

(11)Publication number : 2005-308825  
 (43)Date of publication of application : 04.11.2005

(51)Int.Cl. G02F 1/137  
 G02F 1/1334  
 G02F 1/1335  
 G02F 1/1337  
 G02F 1/1343

(21)Application number : 2004-122224  
 (22)Date of filing : 16.04.2004.

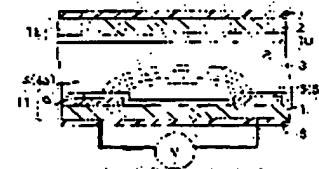
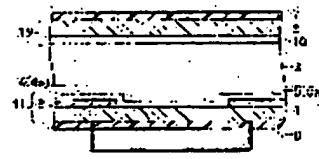
(71)Applicant : SHARP CORP  
 (72)Inventor : SHIBAHARA YASUSHI  
 MIYAJI KOICHI

#### (54) DISPLAY ELEMENT

##### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a display element comprising a dielectric medium which does not cause lowering of Kerr effect and of which the phase transition temperature between a liquid crystal phase and an isotropic phase is not high.

**SOLUTION:** The display element is equipped with a pair of substrates 1, 2, of which at least one is transparent, the dielectric medium interposed between the pair of substrates 1, 2, of which the optical anisotropy varies with application of an electric field, and at least a pair of electric field applying means 4, 5 which applies the electric field nearly parallel to at least one out of the pair of substrates 1, 2 to the dielectric medium, wherein non-polar molecules are contained in the dielectric medium. Since the non-polar molecules are comparatively little influenced by dipole interaction etc. in a molecular aggregate of the dielectric medium, alignment of the dielectric medium is easily changed owing to inclusion of the non-polar molecules in it. As a result, heightening of voltage required for the optical modulation is suppressed. Consequently, owing to the inclusion of the non-polar molecules in the dielectric medium, differently from an optical element (an optical device) in the conventional technique, the heightening of the voltage required for the optical modulation is suppressed.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]

The substrate of a pair at least with transparent one side,

It is the display device equipped with the dielectric medium from which it is pinched between the substrates of a top Norikazu pair, and optical anisotropy changes with impression of electric field,

The above-mentioned dielectric medium is a display device characterized by including a non-polar molecule.

[Claim 2]

Furthermore, an electric-field impression means to impress electric field to the above-mentioned dielectric medium,

The opposed face with the above-mentioned dielectric medium in one [ among the substrates of a top Norikazu pair / at least ] substrate is a display device according to claim 1 characterized by equipping the opposite side with the polarizing plate.

[Claim 3]

The above-mentioned dielectric medium is a display device according to claim 1 characterized by showing the optical isotropy at the time of no electric-field impressing, and showing optical anisotropy by impression of an electrical potential difference.

[Claim 4]

The above-mentioned dielectric medium is a display device according to claim 1 characterized by showing optical anisotropy at the time of no electric-field impressing, and showing the optical isotropy by impression of an electrical potential difference.

[Claim 5]

The above-mentioned dielectric medium is a display device according to claim 1 characterized by having the orientation order below the wavelength of light at the time of electrical-potential-difference impression or no electrical-potential-difference impressing.

[Claim 6]

the inside of the substrate of a top Norikazu pair -- one substrate -- a substrate side -- receiving -- abbreviation -- the display device according to claim 1 characterized by having the electric-field impression means which consists of at least one pair of electrodes which impress parallel electric field to the above-mentioned dielectric medium.

[Claim 7]

The above-mentioned electrode is a display device according to claim 6 characterized by being a

wedge action die.

[Claim 8]

The include angle which the electrode formed in the above-mentioned wedge action die makes is a display device according to claim 7 characterized by being less than \*\*10 degrees 90 degrees.

[Claim 9]

The display device according to claim 2 to which the include angle of the electric-field impression direction by the above-mentioned electric-field impression means and the absorption shaft of the above-mentioned polarizing plate to make is characterized by being less than \*\*10 degrees 45 degrees.

[Claim 10]

The display device according to claim 1 characterized by equipping the opposed face front face with the substrate of another side in one [ at least ] substrate with the orientation film among the substrates of a top Norikazu pair.

[Claim 11]

The display device according to claim 1 characterized by performing level orientation processing to the opposed face front face with the substrate of another side in one [ at least ] substrate among the substrates of a top Norikazu pair.

[Claim 12]

The display device according to claim 10 to which the above-mentioned orientation film is characterized by being an organic thin film.

[Claim 13]

The display device according to claim 10 to which the above-mentioned orientation film is characterized by being the polyimide film.

[Claim 14]

The above-mentioned dielectric medium is a display device according to claim 1 characterized by including the liquid crystallinity matter.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention relates to the display device which has the display engine performance of the wide field of view in a detail by high-speed response about a display device.

[Background of the Invention]

[0002]

The display device of current and a variety is known, and also in it, with the thin shape, liquid crystal display components are a light weight and a display component of a low power, and are widely used for OA (Office Automation) devices, such as image display devices, such as television and video, and a monitor, a word processor, a personal computer.

## [0003]

From the former, the liquid crystal display component in the Twisted Nematic (TN) mode using a pneumatic liquid crystal is put in practical use. However, the liquid crystal display component in this TN mode has a slow speed of response, and has the fault that an angle of visibility is narrow.

## [0004]

Furthermore, display modes, such as a ferroelectric liquid crystal (FLC) or antiferroelectricity liquid crystal (AFLC), are also known, and it has the property that these have a quick speed of response, and an angle of visibility is large. However, these display modes have a big fault in shock-proof nature, the temperature characteristic, etc., and by the time it is put in practical use widely, it will not have resulted.

## [0005]

Moreover, the polymer dispersed liquid crystal display device using light scattering does not need a polarizing plate, but it is known that a daylight display is possible. However, this polymer dispersed liquid crystal display device has the technical problem in respect of the response characteristic of image display, and it cannot be said that it is a liquid crystal display component superior to the liquid crystal display component in the above-mentioned TN mode.

## [0006]

Although the various display devices (liquid crystal display component) mentioned above are the display devices using rotation of the molecule by electric-field impression, a different display device from this is proposed in recent years. It is a display device using the matter in which the matter from which optical anisotropy changes with electric-field impression, the orientation polarization by the electro-optical effect, or electronic polarization is specifically shown especially. The above-mentioned electro-optical effect means the phenomenon in which the refractive index of the matter changes with external electric fields. Moreover, there are effectiveness that the refractive index of the matter is proportional to the 1st order of electric field, and effectiveness that the refractive index of the matter is proportional to the 2nd order of electric field in the electro-optical effect, and it is called the Pockels effect and the Kerr effect, respectively.

## [0007]

Especially as for the matter in which the Kerr effect is shown, application to a high-speed optical shutter is advanced early. Therefore, the utilization to a special measuring machine machine is made. The Kerr effect will be discovered by J.Kerr (car) in 1875, and the refractive index of the matter in which the Kerr effect is shown will be proportional to the 2nd order of impression electric field. Therefore, if the matter in which the Kerr effect is shown is used for orientation polarization, a low-battery drive can be expected compared with the case where the matter in which the Pockels effect is shown is used for orientation polarization. Furthermore, since the matter in which the Kerr effect is shown shows the response characteristic of several several microseconds - mm second, being used in order to make the display by the display answer a high speed to input voltage is expected.

## [0008]

In the former, as an ingredient in which the Kerr effect is shown, the nitrobenzene, the carbon disulfide, etc. are known and these ingredients are used for high field strength measurement of a power cable etc., for example other than the above mentioned optical shutter. It was used in order to measure the high field strength in a power cable etc. Then, it was discovered that a liquid crystal ingredient also shows the Kerr effect, and a light modulation element, an optical polarizing element, and basic examination further turned to optical-integrated-circuit application were performed. And the liquid crystal compound in which the Kerr constant exceeding 200 times of a nitrobenzene is shown is also reported.

## [0009]

In such a situation, the application to the display device (liquid crystal display) which has the secondary electro-optical effect (it is hereafter called the Kerr effect) began to be considered. As a technical problem in the application expansion to the display device of the Kerr effect, the display device of the Kerr effect had high driver voltage, and it was mentioned that liquid crystal

phase-isotropic phase phase transition temperature is high.

[0010]

So, by the patent reference 1, it is indicated about the display adapting the above-mentioned Kerr effect. This indicating equipment is an indicating equipment to which liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature is reduced by adding polar molecules, such as ethyl alcohol, to a liquid crystal ingredient.

[Patent reference 1] JP,2001-249363,A (a open day: September 14, 2001)

[Nonpatent literature 1] Shiro Matsumoto, outside trinominal, and "Fine droplets of liquid crystals in a transparent polymer and their response to an electric field" Appl.Phys.Lett., August, 1996, vol.69.No.8, p.1044-1046

[Nonpatent literature 2] Takashi Kato and an outside binary name, "Fast and High-Contrast Electro-optical Switching of Liquid-Crystalline Physical Gels : Formation of Oriented Microphase-Separated Structures", Adv.Funct.Mater., April, 2003, vol.13.No.4, p313-317

[Nonpatent literature 3] Kazuya Saito and outside — one person, "the thermodynamics of the new thermotropic liquid crystal which is isotropy optically", liquid crystal, 2001, the 5th volume, and the 1st — No. .p.20-27

[Nonpatent literature 4] The Yamamoto \*\*, "a liquid crystal micro emulsion", liquid crystal, 2000, the 4th volume, No. 3, p.248-254

[Nonpatent literature 5] Shiroishi The application to Yukie, and palladium nano particle-preparation and the guest-host mode liquid crystal display component which protected by four persons and "liquid crystal molecule outside", macromolecule collected works, December, 2002, Vol.59, No.12, p.753-759

[Nonpatent literature 6] Hirotsugu kikuchi, outside 4 name, "Polymer-stabilized liquid crystal blue phases", p.64-68, [online], September 2, 2002, Nature Materials, vol.1, [July 10, 2003 retrieval], the Internet <URL:<http://www.nature.com/naturematerials>>

[Nonpatent literature 7] Yonetani \*\*, "a nano structure liquid crystal phase being explored by the molecular simulation", liquid crystal, 2003, the 7th volume, No. 3, p.238-245

[Nonpatent literature 8] D. The volume Demus and on outside trinominal, "Handbook of Liquid Crystals Low Molecular Weight Liquid Crystal", Wiley-VCH, 1998, vol.2B, p.887-900

[Nonpatent literature 9] D. The volume Demus and on outside trinominal, "Handbook of Liquid Crystals Low Molecular Weight Liquid Crystal", Wiley-VCH, 1998, vol.1, p.484-485

[Nonpatent literature 10] Eric Grelet, outside trinominal, "Structural Investigations on Smectic Blue Phases", PHYSICAL REVIEW LETTERS, The American Physical Society, April 23, 2001, vol.86, No.17, p3791-3794

[Nonpatent literature 11] The 1st time of Yamamoto \*\*, "liquid-crystal science experiment lecture: Identification:(4) lyotropic-liquid-crystal" which is a liquid crystal phase, liquid crystal, 2002, the 6th volume, No. 1, p.72-83

[Nonpatent literature 12] the Yamamoto \*\*\*\* and outside — one person, "an organic opto electronics material", National Technical Report, December, 1976, and vol. — 22, No.6, and p.826-834

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0011]

The patent reference 1 is the display with which the medium which contains the polar molecule of an isotropic phase condition between the substrates of a pair was pinched, and is a display using the Kerr effect. This display displays an image by not changing transparency and cutoff of light by the motion of a molecule in the conventional liquid crystal display, and changing transparency and cutoff of light by the spin polarization of electron.

[0012]

However, it is an approach effective only in reducing liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature among the problems mentioned to the display indicated by the patent reference 1 above as a display using the Kerr effect. That is, although it became possible to reduce liquid crystal phase-isotropic phase phase transition temperature, the fall of a Kerr constant is caused at the same time it reduces liquid crystal phase-isotropic phase phase

transition temperature, and it has the problem that this causes the rise of driver voltage.

[0013]

Then, this invention is made in view of the above-mentioned trouble, and the purpose does not cause the fall of the Kerr effect, and is to offer the display device which liquid crystal phase-isotropic phase transition temperature becomes from the dielectric medium which is not expensive.

[Means for Solving the Problem]

[0014]

In order that the display device concerning this invention may solve the technical problem mentioned above, it is the display device equipped with the dielectric medium from which at least one side is pinched between the substrate of a transparent pair, and the substrate of the above-mentioned pair, and optical anisotropy changes with impression of electric field, and the above-mentioned dielectric medium is characterized by including a non-polar molecule.

[0015]

Even if the display device which starts this invention by considering as the configuration mentioned above is a display device using the Kerr effect, it can cancel a technical problem in the conventional technique which was mentioned above. That is, it becomes possible [ the display device concerning this invention ] to offer the display device which suppressed the rise of the driver voltage which liquid crystal phase-isotropic phase transition temperature is not high, and needs it for an optical modulation.

[0016]

Specifically, the display device concerning this invention contains a non-polar molecule in the above-mentioned dielectric medium. Since a non-polar molecule cannot be influenced comparatively easily of a dipole interaction etc. in the molecular assembly in a dielectric medium, orientation change tends to take place. Therefore, it is thought that the rise of an electrical potential difference required for an optical modulation can be suppressed.

[0017]

That is, the display device concerning this invention becomes possible [ offering the display device which has the high-speed response characteristic which an optical modulation can be performed, suppressing the rise of driver voltage, and can reduce liquid crystal phase-isotropic phase transition temperature ].

[0018]

Moreover, as for the opposed face with the above-mentioned dielectric medium in one [ at least ] substrate, it is [ the display device concerning this invention ] still more desirable that the opposite side is equipped with the polarizing plate among an electric-field impression means to impress electric field to the above-mentioned dielectric medium, and the substrate of the above-mentioned pair.

[0019]

By considering as the configuration mentioned above, it becomes possible to modulate permeability of the display device concerning this invention by impressing electric field to the above-mentioned dielectric medium, and making a birefringence discover.

[0020]

Moreover, the above-mentioned dielectric medium may show the optical isotropy at the time of no electric-field impressing, and may show optical anisotropy by impression of an electrical potential difference, and the display device concerning this invention may show optical anisotropy at the time of no electric-field impressing, and may show the optical isotropy by impression of an electrical potential difference.

[0021]

the above — also in which configuration, by impression of electric field, the configuration of the index ellipsoid of the above-mentioned dielectric medium can be changed in the time of no electric-field impressing and electric-field impression, and the direction of optical anisotropy can be displayed by changing extent of optical anisotropy (whenever [ orientation order ], refractive index), while it has been fixed. Therefore, also in which the above-mentioned configuration, the display device which has a wide-field-of-view angle property and a high-speed response

characteristic is realizable.

[0022]

Moreover, as for the display device concerning this invention, it is desirable that the above-mentioned dielectric medium has the orientation order below the wavelength of light at the time of electrical-potential-difference impression or no electrical-potential-difference impressing.

[0023]

Thus, if orientation order is below the wavelength of light, isotropy is shown optically. Therefore, the display condition at the time of no\_electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression can certainly be changed by using the medium by which orientation order becomes below the wavelength of light at the time of electrical-potential-difference impression or no electrical-potential-difference impressing.

[0024]

moreover, the display device concerning this invention -- the inside of the substrate of the above-mentioned pair -- one substrate -- a substrate side -- receiving -- abbreviation -- it is desirable to have the electric-field impression means which consists of at least one pair of electrodes which impress parallel electric field to the above-mentioned dielectric medium.

[0025]

By considering as the configuration mentioned above, electric field can be easily impressed in the direction which carries out an abbreviation rectangular cross to the light which passes in the perpendicular direction to a substrate, i.e., the direction parallel to a substrate side, and the birefringence anisotropy generated in electric-field impression can be easily taken out as change of a lightwave signal.

[0026]

Moreover, as for the display device concerning this invention, it is more desirable that the above-mentioned electrode is a wedge action die, and, as for the include angle which the electrode further formed in the above-mentioned wedge action die makes, it is desirable that it is [ 90 degree ] less than \*\*10 degrees.

[0027]

By considering as the configuration mentioned above, the angle-of-visibility property of the display device concerning this invention improves.

[0028]

Moreover, as for the display device concerning this invention, it is desirable that the include angle of the electric-field impression direction by the above-mentioned electric-field impression means and the absorption shaft of the above-mentioned polarizing plate to make is 45 degrees [ less than \*\*10 ].

[0029]

With the electric-field impression means formed in the wedge action die which made less than \*\*10 degrees mentioned above 90 degrees, 2-way (two domains) existence will be recognized at least by the direction of the optical anisotropy of the above-mentioned dielectric medium generated by electric-field impression. An angle-of-visibility property can be raised greatly, without the direction of the optical anisotropy which the include angle which the direction of the optical anisotropy generated by electric-field impression of each domain and the absorption shaft of the above-mentioned polarizing plate make is less than \*\*10 degrees, and generates by electric-field impression of each domain 45 degrees being able to compensate the coloring phenomenon of a slanting viewing angle with making less than \*\*10 degrees 90 degrees mutually, being able to suit by it, and spoiling permeability.

[0030]

Moreover, as for the display device concerning this invention, it is desirable that the opposed face front face with the substrate of another side in one [ at least ] substrate is equipped with the orientation film among the substrates of the above-mentioned pair, and it is desirable that level orientation processing is performed.

[0031]

By orientation processing being performed, the degree of the order of the orientation of liquid crystal can be raised and the bigger Kerr effect can be acquired.

## [0032]

That is, since orientation of the above-mentioned dielectric medium can be carried out, for example even if ambient temperature is low, a dielectric medium does not reach the temperature which should be driven essentially at a power up but the physical condition of a dielectric medium is the case where it differs from the condition at the time of an original drive, the optical contribution by this dielectric medium (dielectric medium by which physical condition differs from the condition at the time of an original drive) can be vanished.

## [0033]

Therefore, the display device concerning this invention becomes possible [ assisting orientation change of the above-mentioned dielectric medium ], by assisting orientation change of the above-mentioned dielectric medium, contributes to increase of the Kerr effect and becomes possible [ reducing driver voltage therefore ].

## [0034]

Moreover, it becomes possible to also set, by the time the temperature of the above-mentioned display device rises by performing processing mentioned above, and to realize a good display.

## [0035]

Moreover, according to the above-mentioned configuration, even if it reached desired drive temperature, it does not generate but the optical leakage by the molecule of the dielectric medium which stuck to the substrate interface can acquire high contrast. Therefore, according to the above-mentioned configuration, the further effectiveness that the display device which contrast did not fall and was excellent in high-speed responsibility and an angle-of-visibility property can be offered is done so.

## [0036]

Moreover, as for the display device concerning this invention, it is desirable that the above-mentioned orientation film is an organic thin film, and it is more desirable that it is the polyimide film.

## [0037]

It becomes possible to show the orientation effect which was extremely excellent an organic thin film and by considering as polyimide especially in the above-mentioned orientation film. That is, it becomes possible to increase a Kerr constant easily. Moreover, the above-mentioned polyimide is an extremely stable ingredient, and is reliable. Therefore, the display device which shows the good display engine performance can be offered by using polyimide.

## [0038]

Moreover, as for the display device concerning this invention, it is desirable that the liquid crystallinity matter is included in the above-mentioned dielectric medium.

## [0039]

By impressing electric field to the liquid crystallinity matter, distortion is given to the fine structure and it becomes possible to carry out induction of the optical modulation.

## [Effect of the Invention]

## [0040]

The display device concerning this invention is pinched as mentioned above between the substrate of a pair at least with transparent one side, and the substrate of the above-mentioned pair, and since it is characterized by including a non-polar molecule in the above-mentioned dielectric medium, even if it is a display device equipped with the dielectric medium from which optical anisotropy changes with impression of electric field and is a display device using the Kerr effect, it can cancel a technical problem in the conventional technique which was mentioned above. That is, since the display device concerning this invention cannot be influenced comparatively easily by the non-polar molecule of a dipole interaction etc. in the molecular assembly in a dielectric medium by including a non-polar molecule in the above-mentioned dielectric medium, orientation change tends to take place. Therefore, the rise of an electrical potential difference required for an optical modulation can be suppressed. Therefore, unlike the optical element (optical equipment) in the conventional technique, it is thought by including a non-polar molecule in the above-mentioned dielectric medium that the rise of an electrical potential difference required for an optical modulation can be suppressed.

[0041]

Moreover, the isotropic phase transition temperature of a liquid crystal ingredient can be reduced, without a Kerr constant falling, even if it is the case where a liquid crystal ingredient is applied to a display device as an isotropic phase condition by considering as the above-mentioned configuration with heating of the heater which is a phase transition means. The display device equipped with the liquid crystal ingredient which can be driven in a low battery can be realized without applied voltage increasing, since a Kerr constant does not fall.

[0042]

Furthermore, since whenever [ at a heater etc. / stoving temperature ] can be reduced, the display device equipped with large operating temperature limits as compared with the former can be offered.

[0043]

Therefore, the display device concerning this invention becomes possible [ offering the display device which has the high-speed response characteristic which can reduce the temperature which performs an optical modulation ], suppressing the rise of driver voltage. That is, it becomes possible [ the display device concerning this invention ] to offer the display device which suppressed the rise of the driver voltage which liquid crystal phase-isotropic phase transition is not high, and needs it for an optical modulation.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0044]

It will be as follows if one gestalt of operation of this invention is explained based on drawing 1 thru/or drawing 8. However, this invention is not limited to this.

[0045]

Drawing 1 (a) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning the gestalt of this operation in electrical-potential-difference the condition of not impressing (OFF condition), and drawing 1 (b) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning the gestalt of this operation in an electrical-potential-difference impression condition (ON condition).

[0046]

As shown in drawing 1 (a) and (b), the display device concerning the gestalt of this operation The substrate of a pair at least with transparent one side which countered mutually and has been arranged It has (it is hereafter described as the pixel substrate 11 and the opposite substrate 12). Between the substrates of these pairs The dielectric medium layer 3 which consists of a dielectric medium which carries out an optical modulation by impression of electric field is pinched, one substrate of the substrates of further a top Norikazu pair (the inside of drawing the above-mentioned pixel substrate 11) was equipped with the electrodes 4 and 5 which are electric-field impression means, and it has polarizing plates 6 and 7 further.

[0047]

Moreover, the above-mentioned pixel substrate 11 and the opposite substrate 12 have substrates 1 and 2, respectively, as shown in drawing 1 (a) and (b). Moreover, it has the configuration in which polarizing plates 6 and 7 are formed in the field of the opposite side, respectively with the outside of the substrates 1 and 2 of these pairs (outside of the pixel substrate 11 and the opposite substrate 12), i.e., the opposed face of both [ these ] the substrates 1 and 2.

[0048]

Among the substrates 1 and 2 of a top Norikazu pair, one [ at least ] substrate has translucency, for example, can use substrates, such as a glass substrate.

[0049]

In addition, it is not what is limited to what is conventionally used as a substrate as the above-mentioned substrates 1 and 2. For example, if you may be a film-like and you may have flexibility, and at least one side is transparent and can hold the above-mentioned dielectric medium to between substrates (i.e., the interior) (pinching) Various ingredients can be used according to the class of dielectric medium, the condition of a phase, etc.

## [0050]

On the opposed face with the substrate 2 of another side in one substrate 1, opposite arrangement of the electrodes 4 and 5 for being impressed by the above-mentioned substrate 1 at the above-mentioned dielectric medium layer 3, as shown in drawing 1 (a) and (b) is mutually carried out among the substrates 1 and 2 of a top Norikazu pair. It is shown in drawing 1 (b) -- as -- an electrical-potential-difference impression condition -- setting -- the above-mentioned electrodes 4 and 5 -- the inside of the above-mentioned dielectric medium -- abbreviation -- the parallel electric field 8 are impressed. In addition, here -- "the above-mentioned substrate 1 -- receiving -- abbreviation -- parallel electric-field" means the electric field of the direction which carries out an abbreviation rectangular cross to the light which passes in the perpendicular direction to a substrate.

## [0051]

The above-mentioned electrodes 4 and 5 consist of electrode materials, such as transparent electrode ingredients, such as ITO (indium stannic acid ghost), and are set, for example as the line breadth of 5 micrometers, the inter-electrode distance (electrode spacing) of 5 micrometers, and the thickness of 0.6 micrometers with the gestalt of this operation. However, line breadth, inter-electrode distance, and thickness are mere examples, and this invention is not limited to the above-mentioned electrode material list by this.

## [0052]

The electrode of Kushigata by which opposite arrangement was carried out is mentioned in the direction in which the ctenidium parts 4a and 5a gear mutually as an example of the above-mentioned electrodes 4 and 5 as shown in drawing 2. Furthermore, as for the ctenidium parts 4a and 5a, it is desirable that each is a wedge action die. Moreover, specifically, as for the ctenidium parts 4a and 5a, each may bend in the shape of zigzag so that it may illustrate. When the data signal line and the scan signal line are prepared in two or more each train and each line of a pixel which have been arranged for example, in the shape of a matrix by having bent in the shape of zigzag, respectively, the non-display field produced between the ctenidium part of an electrode, the above-mentioned data signal line, and a scan signal line can be decreased sharply, and a viewing area can be enlarged.

## [0053]

however, the above-mentioned electrodes 4 and 5 -- the above-mentioned substrate 1 -- abbreviation -- the parallel electric field 8 -- the above-mentioned dielectric medium layer 3 -- it can even impress -- if it carries out, it will not be limited especially. In addition, a wedge action die means the structure refracted in the character type of "\*\*."

## [0054]

Furthermore, as for the electrodes 4 and 5 formed in the above-mentioned wedge action die, it is desirable that the wedge action die is most suitably refracted at the include angle of 90 degrees less than \*\*5 times 90 degrees less than \*\*10 degrees 90 degrees in each.

## [0055]

As shown in arrow-head 50a and b which are shown in drawing 2, 2-way (below, this is called two domains) existence will be recognized at least by the direction of the optical anisotropy of the above-mentioned dielectric medium generated by electric-field impression by the electrodes 4 and 5 with the above-mentioned include angle. Therefore, an angle-of-visibility property can be raised greatly, without the include angle which the absorption shaft of the above-mentioned polarizing plate makes being 45 degrees as mentioned later, and the direction of the optical anisotropy generated by electric-field impression of each domain being able to compensate the coloring phenomenon of a slanting viewing angle with making 90 degrees mutually, being able to suit by it, and spoiling permeability.

## [0056]

Furthermore, the orientation film 9 with which rubbing processing was performed is brought into an opposed face front face with the opposite substrate 12 in the opposed face top 11 with the substrate 2 in the above-mentioned substrate 1, i.e., the above-mentioned pixel substrate, all over an opposed face with the substrate 2 in the above-mentioned substrate 1, and is formed in it so that the above-mentioned electrodes 4 and 5 may be covered.

## [0057]

Moreover, the orientation film 10 with which rubbing processing was performed is brought also into an opposed face front face with the pixel substrate 11 in the opposed face top 12 with the substrate 1 in the above-mentioned substrate 2, i.e., the above-mentioned opposite substrate, all over an opposed face with the substrate 1 in the above-mentioned substrate 2, and is formed in it.

## [0058]

As the above-mentioned orientation film 9 and 10 is shown in drawing 2, level rubbing processing (level orientation processing) of substrate side inboard is performed for the orientation processing direction as the above-mentioned rubbing processing so that the direction of rubbing may be in agreement with one of polarizing plate absorption shafts among the absorption shafts 6a and 7a of the above-mentioned polarizing plates 6 and 7. By orientation processing being performed, the degree of the order of the orientation of liquid crystal can be raised and the bigger Kerr effect can be acquired.

## [0059]

Moreover, as shown in drawing 2 and drawing 1, as for the polarizing plate absorption shaft in each polarizing plates 6 and 7, polarizing plates 6 and 7 are making the include angle of 45 degrees to the electric-field impression direction of electrodes 4 and 5 while being arranged so that mutual polarizing plate absorption shaft orientations may intersect perpendicularly.

## [0060]

In the display device concerning the gestalt of this operation, optical anisotropy is discovered and the dielectric medium layer 3 may function as a display device of the shutter mold from which permeability changes, when whenever [ orientation order ] goes up in the electric-field impression direction. Therefore, to the polarizing plate absorption shaft orientations which intersect perpendicularly mutually, the direction of an anisotropy gives the maximum permeability, when making the include angle of 45 degrees. In addition, permeability (P) when bearing which the optical anisotropy of a dielectric medium discovers presupposes that it exists in the include angle of  $\theta$  (degree) at a polarizing plate absorption shaft, respectively permeability in case it estimates from  $P(\%) = \sin^2(2\theta)$  and Above theta is 45 degrees -- 100% -- then If it is about 90% or more, since it will be sensed to human being's eyes that it has the maximum brightness, if Above theta is  $35 < \theta < 55$  degrees, it will be sensed to have the maximum brightness to human being's eyes. that is, as shown in the gestalt of this operation, electric field in the display device impressed to a substrate 1 at abbreviation parallel The absorption shaft orientation of a polarizing plate and the orientation processing direction [ in other words ] (the direction of rubbing) in level orientation processing Permeability can be maximized to the electric-field impression direction by the above-mentioned electrodes 4 and 5 by making the include angle of 45 degrees most suitably less than  $5 \times 45$  degrees less than  $10$  degrees 45 degrees.

## [0061]

Next, the above-mentioned polarizing plates 6 and 7 are formed so that the include angle whose polarizing plate absorption shaft and electrode expanding direction of electrodes 4 and 5 (ctenidium parts 4a and 5a) in each polarizing plates 6 and 7 are 45 degrees may be made, while it is prepared in both the substrates 1 and 2, respectively and mutual polarizing plate absorption shaft orientations intersect perpendicularly.

## [0062]

Therefore, in the above-mentioned display device, the electric-field impression direction by the above-mentioned electrodes 4 and 5 is making the direction of rubbing of the orientation film 9 and 10, and the include angle of 45 degrees in the absorption shaft orientation of the polarizing plate of the above-mentioned polarizing plates 6 and 7, and a list.

## [0063]

The direction of rubbing in the above-mentioned orientation film 9 and 10 If it is clear and is in accordance with one polarizing plate absorption shaft of the above-mentioned polarizing plates 6 and 7 as mentioned above You may be parallel (the mutual direction of orientation (processing) is parallel, and the sense is the same) mutually, and the anti-parallel of orientation (processing)

(antiparallelism), i.e., the mutual direction, may be parallel, and the sense may be the contrary (reverse), and you may lie at right angles.

[0064]

Namely, even if an optical anisotropy is discovered at the time of no electrical-potential-difference impressing according to the gestalt of this operation Level orientation processing of the direction which is parallel or intersects perpendicularly with one polarizing plate absorption shaft is performed to the mutual opposite front face in the above-mentioned pixel substrate 11 and the opposite substrate 12. The optical contribution can be vanished by carrying out in the direction which is parallel or intersects perpendicularly with the above-mentioned polarizing plate absorption shaft, the direction of orientation, i.e., direction, of the optical anisotropy. That is, in the gestalt of this operation, orientation of the dielectric medium of a substrate interface and the molecule which constitutes this dielectric medium strictly is carried out along the direction of orientation (processing) in the above-mentioned orientation processing at the temperature of under component drive temperature by level orientation processing being performed to the mutual opposed face front face in the above-mentioned pixel substrate 11 and the opposite substrate 12.

[0065]

Moreover, according to the display device concerning the gestalt of this operation, even if it arrived at the desired drive temperature field, the leakage of the light at the time of the black display by the molecule which stuck to the substrate interface is not observed, but can realize high contrast. Therefore, the display device which contrast did not fall and was excellent in high-speed responsibility and an angle-of-visibility property can be obtained.

[0066]

In addition, although it is desirable that they are a rectangular cross, parallel, or anti-parallel as for the mutual direction of rubbing in the above-mentioned substrates 1 and 2 as described above, it is more desirably at parallel or the time of anti-parallel. While performing level orientation processing to both the above-mentioned substrates 1 and 2, by considering the mutual direction of level orientation as parallel or anti-parallel, contrast could be maximized, consequently black brightness was able to be made smaller.

[0067]

In addition, with the gestalt of this operation, although rubbing processing was performed in formation of the orientation film 9 and 10, and a list to both the substrates 1 and 2 (the pixel substrate 11 and opposite substrate 12), the above-mentioned effectiveness can be acquired, even if it is the case where rubbing processing is performed only to one substrate. In this case, when the above-mentioned orientation film 9 and 10 is formed in both the substrates 1 and 2, That is, although the effectiveness of a like is not acquired when orientation processing is performed to both the substrates 1 and 2, if the orientation film (orientation film 10) is formed only in the substrate 2 of the opposite side in the substrate 1 in which electrodes 4 and 5 were formed A practical merit is large, without the voltage drop originating in the orientation film 9 by the side of a substrate 1 not occurring, but the driver voltage of a component going up. Moreover, even if it became desired drive temperature, it does not generate but the optical leakage by the molecule which stuck to the substrate interface can acquire high contrast. Moreover, even if it became desired drive temperature, it does not generate but the optical leakage by the molecule which stuck to the substrate interface can acquire high contrast.

[0068]

as the quality of the material of the above-mentioned orientation film 9 and 10, you may be the organic film, respectively, and may be the inorganic film, the degree of the order of the orientation of the molecule which constitutes a dielectric medium is raised, and orientation of this molecule is carried out towards desired — it can even make, if it carries out Although not limited especially, when the above-mentioned orientation film 9 and 10 is formed with an organic thin film, since a good orientation effect is shown, it is more desirable to use an organic thin film as the above-mentioned orientation film 9 and 10. Polyimide is extremely stable and reliable also in such an organic thin film, and since the extremely excellent orientation effect is shown, the display device which shows the better display engine performance to an orientation film

ingredient by using polyimide can be offered.

[0069]

In addition, the commercial level orientation film can be used as the above-mentioned orientation film 9 and 10.

[0070]

Moreover, as the above-mentioned orientation film 9 and 10, since the orientation control is easy, you may have the functional group (it is hereafter described as an optical functional group) which has light-sensitive nature. Although a cinnamate system, a chalcone system, etc. which carry out a dimerization reaction, for example, the azo which carries out isomerization are mentioned as the above-mentioned optical functional group, this invention is not limited to this.

[0071]

When the above-mentioned orientation film 9 and 10 has an optical functional group, desired orientation processing can be easily performed by irradiating the ultraviolet rays which polarized (it being hereafter described as a polarization ultraviolet radiation exposure), and making above-mentioned pixel substrate 11 and opposite substrate 12 front face 9, i.e., the above-mentioned orientation film, and ten front faces discover orientation restraining force.

[0072]

The display device in the gestalt of this operation is formed by enclosing the above-mentioned dielectric medium with lamination and its opening through spacers which are not illustrated, such as a plastics bead and a glass fiber spacer, if needed by the sealing compound which does not illustrate the above-mentioned pixel substrate 11 and the opposite substrate 12 for example.

[0073]

The above-mentioned dielectric medium of the above-mentioned dielectric medium layer 3 used for the gestalt of this operation is a medium from which optical anisotropy changes by impressing electric field. Although electric displacement  $D_{ij} = \epsilon_{ij} E_j$  will be produced if electric field  $E_j$  are added from the exterior into the matter, a slight change is then looked at by the dielectric constant ( $\epsilon_{ij}$ ). On the frequency of light, since the square of a refractive index ( $n$ ) is equivalent to a dielectric constant, the above-mentioned dielectric medium can also be said to be the matter from which a refractive index changes by impression of electric field.

[0074]

Thus, unlike the liquid crystal display component for which, as for the display device concerning the gestalt of this operation, the refractive index of the matter displays using the phenomenon (electro-optical effect) of changing with external electric fields, and the molecule (the direction of orientation of a molecule) used rotating together by electric-field impression, the direction of optical anisotropy hardly changes, but displays by change (mainly electronic polarization and orientation polarization) of extent of the optical anisotropy.

[0075]

as the above-mentioned dielectric medium, you may be matter which is the methods of \*\* (macroscopic -- seeing -- etc. -- what is necessary is just a direction) optically, and optical anisotropy discovers by electric-field impression at the time of no electric-field impressing, such as matter in which the Pockels effect or the Kerr effect is shown, and may be the matter in which it has optical anisotropy at the time of no electric-field impressing, an anisotropy disappears by electric-field impression, and isotropy (macroscopic -- seeing -- etc. -- what is necessary is just a direction) is shown optically. \* NOTICES \*

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[0166]

[Drawing 1] The configuration of the electrode in the display device which is 1 operation gestalt of this invention is shown, (a) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning one gestalt of operation of this invention in electrical-potential-difference the condition of not impressing, and (b) is the sectional view showing typically the outline configuration of the important section of the above-mentioned display device in an electrical-potential-difference impression condition.

[Drawing 2] The configuration of the electrode in the display device of Drawing 1 in 1 operation gestalt of this invention is shown, and it is drawing explaining the relation between the polarizing plate absorption shaft and the direction of electric field (orientation) in the above-mentioned display device, and the direction of rubbing further.

[Drawing 3] It is the mimetic diagram showing an example of the inverted micelle phase mixed stock of a liquid crystal micro emulsion.

[Drawing 4] It is the mimetic diagram showing other examples of the inverted micelle phase mixed stock of a liquid crystal micro emulsion.

[Drawing 5] It is the classification Fig. of a lyotropic liquid crystal phase.

[Drawing 6] It is the graph which shows the relation of the applied voltage and the permeability in the display device which is 1 operation gestalt of this invention.

[Drawing 7] The difference in the display principle of the display device which shows the operation gestalt of this invention and displays using change of the optical anisotropy by impression of electric field, and the conventional liquid crystal display component It is the sectional view typically shown in the configuration and its direction of a main shaft of an average index ellipsoid of the medium at the time of no electrical-potential-difference impressing and electrical-potential-difference impression. (a) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the display device which displays using change of the optical anisotropy by impression of electric field ]. (b) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the display device shown in (a), and (c) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of TN method ]. (d) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component shown in (c), and (e) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of VA method ]. (f) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component shown in (e), (g) is a sectional view at the time of no electrical-potential-difference impressing [ of the liquid crystal display component of an IPS method ], and (h) is a sectional view at the time of electrical-potential-difference impression of the liquid crystal display component shown in (g).

[Drawing 8] (a) And (c) and (d) are drawings showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning one gestalt of operation of this invention in an electrical-potential-difference impression condition, (b) is drawing showing typically the outline configuration of the important section of the display device concerning one gestalt of operation of this invention in electrical-potential-difference the condition of not impressing, and (b), and (d) are [ (a) and (c) are sectional views, and ] top views.

---

[Translation done.]

---

\* NOTICES \*

JPO and INPI are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

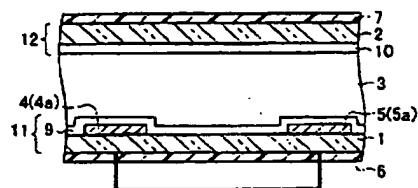
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

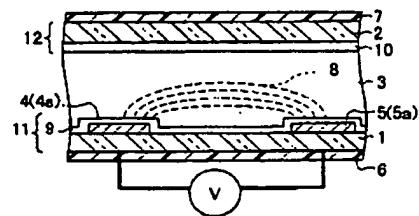
## DRAWINGS

### [Drawing 1]

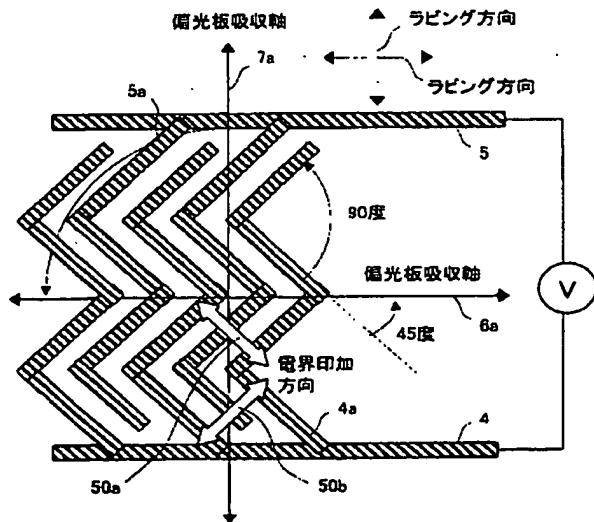
(a)



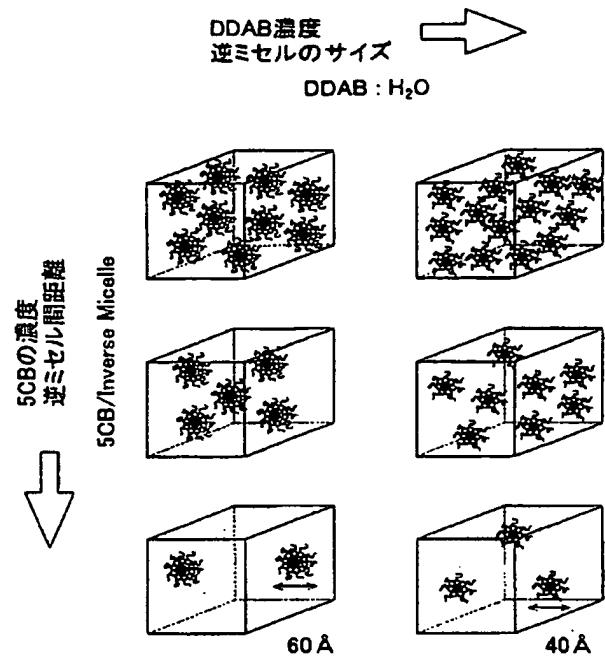
(b)



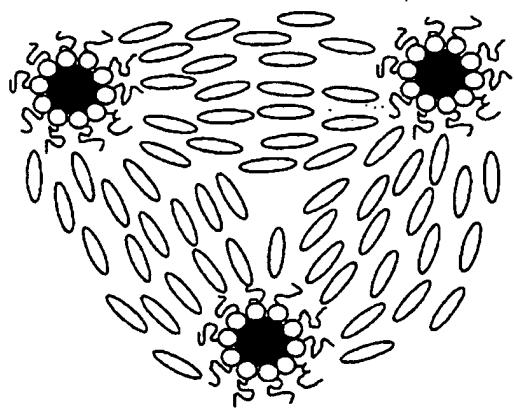
### [Drawing 2]



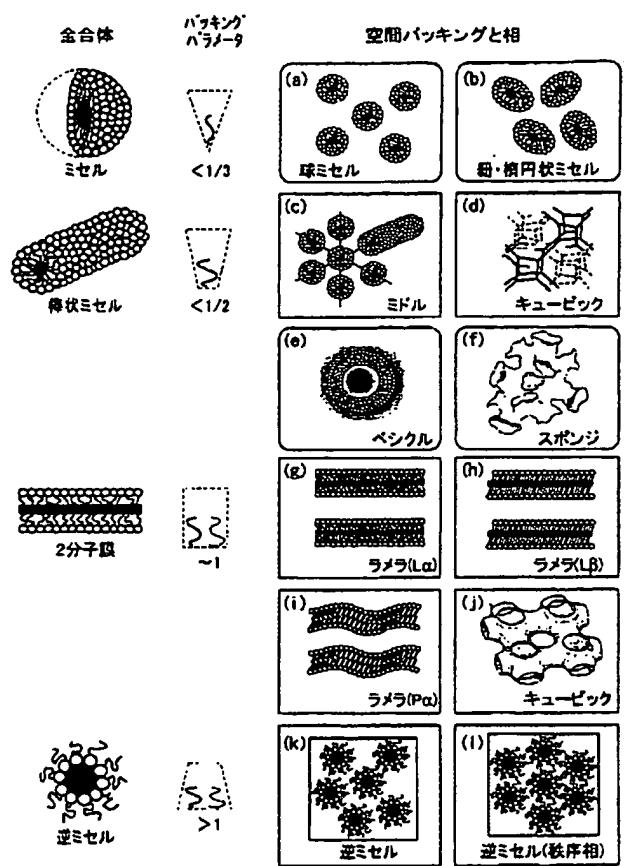
### [Drawing 3]



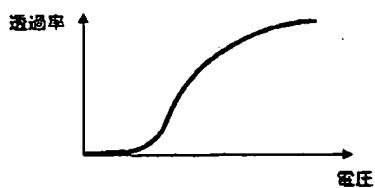
[Drawing 4]



[Drawing 5]

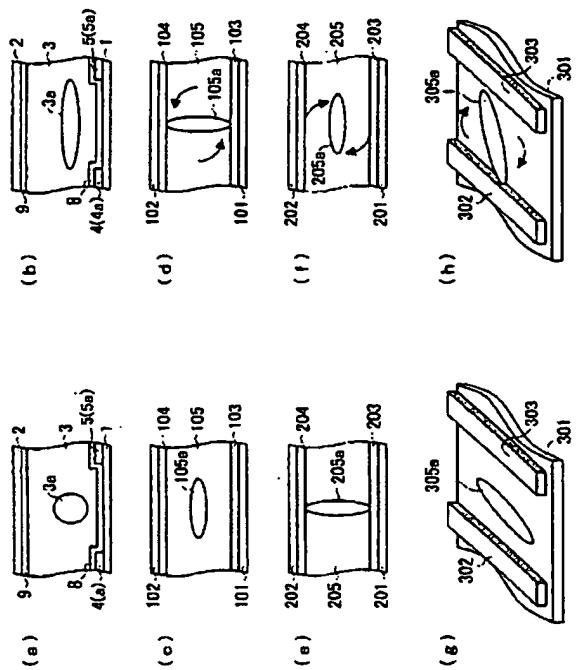
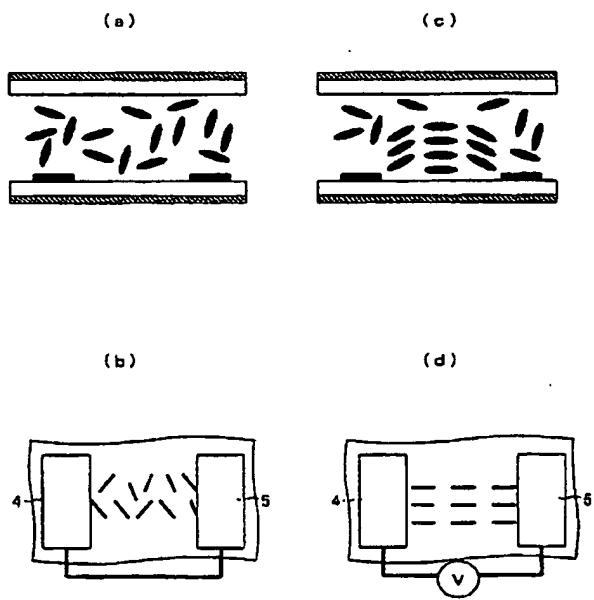


[Drawing 6]



[Drawing 7]

9

[Drawing 8][Translation done.]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-308825

(P2005-308825A)

(43) 公開日 平成17年11月4日(2005.11.4)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F 1	テーマコード(参考)
GO2F 1/137	GO2F 1/137	2H088
GO2F 1/1334	GO2F 1/1334	2H089
GO2F 1/1335	GO2F 1/1335 510	2H090
GO2F 1/1337	GO2F 1/1337 525	2H091
GO2F 1/1343	GO2F 1/1343	2H092

審査請求 未請求 請求項の数 14 O.L (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2004-122224 (P2004-122224)	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22) 出願日	平成16年4月16日 (2004. 4. 16)	(74) 代理人	100080034 弁理士 原 謙三
		(74) 代理人	100113701 弁理士 木島 隆一
		(74) 代理人	100116241 弁理士 金子 一郎
		(72) 発明者	芝原 錠司 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
		(72) 発明者	宮地 弘一 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
			最終頁に続く

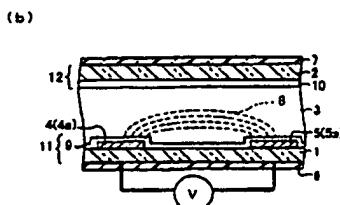
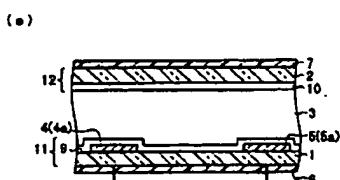
(54) 【発明の名称】表示素子

(57) 【要約】

【課題】 カー効果の低下を引き起こさない、かつ液晶相—等方相相転移が高くない誘電性媒体からなる表示素子を提供する。

【解決手段】 本発明に係る表示素子は、少なくとも一方が透明な一对の基板1および2と、上記一对の基板1および2間に挟持され、電界の印加により光学的異方性が変化する誘電性媒体と、上記一对の基板1および2うち、少なくとも一方に略平行な電界を上記誘電性媒体に印加する少なくとも一对の電界印加手段4および5とを備えた表示素子であって、上記誘電性媒体に無極性分子が含まれる。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

少なくとも一方が透明な一対の基板と、  
上記一対の基板間に挟持され、電界の印加により光学的異方性が変化する誘電性媒体と  
を備えた表示素子であって、  
上記誘電性媒体は、無極性分子を含むことを特徴とする表示素子。

**【請求項2】**

さらに、上記誘電性媒体に電界を印加する電界印加手段と、  
上記一対の基板のうち、少なくとも一方の基板における上記誘電性媒体との対向面とは  
反対側に偏光板とを備えていることを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

**【請求項3】**

上記誘電性媒体は、電界無印加時に光学的等方性を示し、電圧の印加により光学的異方性を示すことを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

**【請求項4】**

上記誘電性媒体は、電界無印加時に光学的異方性を示し、電圧の印加により光学的等方性を示すことを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

**【請求項5】**

上記誘電性媒体は、電圧印加時または電圧無印加時に光の波長以下の配向秩序を有していることを特徴とする請求項1記載の表示素子。

**【請求項6】**

上記一対の基板のうち一方の基板に、基板面に対して略平行な電界を上記誘電性媒体に印加する少なくとも1対の電極からなる電界印加手段を備えていることを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

**【請求項7】**

上記電極は、楔型であることを特徴とする請求項6に記載の表示素子。

**【請求項8】**

上記楔型に形成された電極のなす角度は、90度±10度未満であることを特徴とする請求項7に記載の表示素子。

**【請求項9】**

上記電界印加手段による電界印加方向と、上記偏光板の吸収軸とのなす角度が、45度±10度未満であることを特徴とする請求項2に記載の表示素子。

**【請求項10】**

上記一対の基板のうち少なくとも一方の基板における他方の基板との対向面表面に、配向膜が備えられていることを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

**【請求項11】**

上記一対の基板のうち少なくとも一方の基板における他方の基板との対向面表面に、水平配向処理が施されていることを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

**【請求項12】**

上記配向膜が、有機薄膜であることを特徴とする請求項10に記載の表示素子。

**【請求項13】**

上記配向膜が、ポリイミド膜であることを特徴とする請求項10に記載の表示素子。

**【請求項14】**

上記誘電性媒体は、液晶性物質を含むことを特徴とする請求項1に記載の表示素子。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、表示素子に関し、詳細には、高速応答で広視野の表示性能を持つ表示素子に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

現在、多種の表示素子が知られており、その中でも液晶表示素子は、薄型で軽量、かつ低消費電力のディスプレイ素子であり、テレビやビデオなどの画像表示装置や、モニター、ワープロ、パーソナルコンピュータなどのOA(Office Automation)機器に広く用いられている。

【0003】

従来から、ネマティック液晶を用いたツイステッドネマティック(TN)モードの液晶表示素子が実用化されている。しかしながら、このTNモードの液晶表示素子は、応答速度が遅く、視野角が狭いといった欠点がある。

【0004】

さらに、強誘電性液晶(FLC)または反強誘電性液晶(AFLC)などの表示モードも知られており、これらは応答速度が速く、かつ、視野角が広いという特性を備えている。しかしながら、これらの表示モードは、耐ショック性や温度特性などに大きな欠点があり、広く実用化されるまでには至っていない。

【0005】

また、光散乱を利用する高分子分散型液晶表示素子は、偏光板を必要とせず、高輝度表示が可能であることが知られている。しかしながら、この高分子分散型液晶表示素子は、画像表示の応答特性の面で課題を有しており、上記のTNモードの液晶表示素子よりも優れた液晶表示素子であるとは言えない。

【0006】

上述した各種表示素子(液晶表示素子)は、電界印加による分子の回転を利用した表示機構であるが、近年では、これとは異なる表示機構が提案されている。具体的には、電界印加により光学的異方性が変化する物質、特に、電気光学効果による配向分極または電子分極を示す物質を用いた表示素子である。上記電気光学効果とは、物質の屈折率が外部電界によって変化する現象のことをいう。また、電気光学効果には、電界の1次に物質の屈折率が比例する効果と、電界の2次に物質の屈折率が比例する効果とがあり、それぞれボッケルス効果、カ一効果と呼ばれている。

【0007】

カ一効果を示す物質は、特に、高速の光シャッターへの応用が早くから進められている。そのため、特殊な計測機器への実用化がなされている。カ一効果は1875年にJ. Kerr(カ一)によって発見されたものであり、カ一効果を示す物質の屈折率は、印加電界の2次に比例するものである。したがって、カ一効果を示す物質を配向分極に用いると、ボッケルス効果を示す物質を配向分極に用いた場合に比べて低電圧駆動を見込むことができる。さらに、カ一効果を示す物質は、数マイクロ秒～数ミリ秒の応答特性を示すので、表示装置による表示を入力電圧に対して高速に応答させるために用いられることが期待される。

【0008】

従来では、カ一効果を示す材料として、ニトロベンゼンや二硫化炭素などが知られており、これら材料は、例えば、前記した光シャッターの他に、電力ケーブル等の高電界強度測定等に利用されている。電力ケーブル等における高電界強度を測定するために利用されていた。その後、液晶材料もカ一効果を示すことが発見され、光変調素子、光偏光素子、更には光集積回路応用に向けての基礎検討が行われた。そして、ニトロベンゼンの200倍を超えるカ一定数を示す液晶化合物も報告されている。

【0009】

このような状況において、二次の電気光学効果(以下、カ一効果と呼ぶ)を有する表示素子(液晶表示装置)への応用が検討され始めた。カ一効果の表示素子への応用展開における課題として、カ一効果の表示素子は、駆動電圧が高く、液晶相一等方相転移温度が高いといったことが挙げられていた。

【0010】

そこで、特許文献1では、上記カ一効果を応用した表示装置について開示されている。この表示装置は、エチルアルコール等の有極性分子を液晶材料に加えることにより液晶相

—等方相相転移温度を低下させる表示装置である。

【特許文献1】特開2001-249363号公報(公開日:2001年9月14日)

【非特許文献1】Shiro Matsumoto、外3名、「Fine droplets of liquid crystals in a transparent polymer and their response to an electric field」, Appl. Phys. Lett., 1996年8月, vol. 69, No. 8, p. 1044-1046

【非特許文献2】Takashi Kato、外2名、「Fast and High-Contrast Electro-optical Switching of Liquid-Crystalline Physical Gels: Formation of Oriented Microphase-Separated Structures」, Adv. Funct. Mater., 2003年4月, vol. 13, No. 4, p. 313-317

【非特許文献3】齊藤一弥、外1名、「光学的に等方性である珍しいサーモトロピック液晶の熱力学」, 液晶, 2001年, 第5巻, 第1号, p. 20-27

【非特許文献4】山本潤、「液晶マイクロエマルション」, 液晶, 2000年, 第4巻, 第3号, p. 248-254

【非特許文献5】白石 幸英、外4名、「液晶分子で保護したパラジウムナノ粒子-調製とゲスト-ホストモード液晶表示素子への応用」, 高分子論文集, 2002年12月, vol. 1.59, No. 12, p. 753-759

【非特許文献6】Hirotugu Kikuchi、外4名、「Polymer-stabilized liquid crystal blue phases」, p. 64-68, [online], 2002年9月2日, Nature Materials, vol. 1, [2003年7月10日検索], インターネット<URL: http://www.nature.com/naturematerials>

【非特許文献7】米谷 健、「分子シミュレーションでナノ構造液晶相を探る」, 液晶, 2003年, 第7巻, 第3号, p. 238-245

【非特許文献8】D. Demus、外3名編、「Handbook of Liquid Crystals Low Molecular Weight Liquid Crystal」, Wiley-VCH, 1998年, vol. 2B, p. 887-900

【非特許文献9】D. Demus、外3名編、「Handbook of Liquid Crystals Low Molecular Weight Liquid Crystal」, Wiley-VCH, 1998年, vol. 1, p. 484-485

【非特許文献10】Eric Grelet、外3名、「Structural Investigations on Smectic Blue Phases」, PHYSICAL REVIEW LETTERS, The American Physical Society, 2001年4月23日, vol. 86, No. 17, p. 3791-3794

【非特許文献11】山本潤、「液晶科学実験講座第1回: 液晶相の同定: (4) リオトロピック液晶」, 液晶, 2002年, 第6巻, 第1号, p. 72-83

【非特許文献12】山本涼一、外1名、「有機電気光学材料」, National Technical Report, 1976年12月, vol. 22, No. 6, p. 826-834

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0011】

特許文献1は、一对の基板間に、等方相状態の有極性分子を含む媒体が挟持された表示装置であり、カーポリマーを利用した表示装置である。この表示装置は、従来の液晶表示装置における、分子の動きによって光の透過と遮断を切り替えるものではなく、電子の偏りによって光の透過と遮断を切り替えることにより画像を表示するものである。

#### 【0012】

しかしながら、特許文献1に開示された表示装置には、カーポリマーを利用した表示装置として上記で挙げた問題のうち、液晶相—等方相相転移温度を低下させることのみには有効な方法である。すなわち、液晶相—等方相相転移温度を低下させることは可能となったが、液晶相—等方相相転移温度を低下させると同時にカーポリマーの低下を招き、これによって駆動電圧の上昇を引き起こすという問題を有している。

#### 【0013】

そこで本発明は、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、カーポリマーの低下を引き起こさない、かつ、液晶相—等方相相転移温度が高くなる誘電性媒体からなる表示素子を提供することにある。

## 【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明に係る表示素子は、上述した課題を解決するために、少なくとも一方が透明な一对の基板と、上記一对の基板間に挟持され、電界の印加により光学的異方性が変化する誘電性媒体とを備えた表示素子であって、上記誘電性媒体は、無極性分子を含むことを特徴としている。

【0015】

上述した構成とすることにより、本発明に係る表示素子は、カーポロ効果を利用した表示素子であっても、従来技術における上述したような課題を解消できる。すなわち、本発明に係る表示素子は、液晶相—等方相相転移温度が高くなく、かつ、光学変調に必要な駆動電圧の上昇を抑えた表示素子を提供することが可能となる。

【0016】

具体的には、本発明に係る表示素子は、上記誘電性媒体に、無極性な分子を含むものである。無極性な分子は、誘電性媒体における分子集合体において双極子相互作用等の影響を比較的受けにくいため、配向変化が起こりやすい。そのため、光学変調に必要な電圧の上昇を抑えることができると考えられる。

【0017】

すなわち、本発明に係る表示素子は、駆動電圧の上昇を抑えながら光学変調を行うことができ、かつ、液晶相—等方相相転移温度を低下させることができ可能な高速応答特性を有する表示素子を提供することが可能となる。

【0018】

また本発明に係る表示素子は、さらに、上記誘電性媒体に電界を印加する電界印加手段と、上記一对の基板のうち、少なくとも一方の基板における上記誘電性媒体との対向面とは反対側に、偏光板が備えられていることが好ましい。

【0019】

上述した構成とすることにより、本発明に係る表示素子は、上記誘電性媒体に電界を印加して複屈折を発現させることで透過率を変調させることができると可能となる。

【0020】

また本発明に係る表示素子は、上記誘電性媒体が、電界無印加時に光学的等方性を示し、電圧の印加により光学的異方性を示すものであってもよく、電界無印加時に光学的異方性を示し、電圧の印加により光学的等方性を示すものであってもよい。

【0021】

上記何れの構成においても、電界の印加により、電界無印加時と電界印加時とで上記誘電性媒体の屈折率椭円体の形状を変化させることができ、光学的異方性の方向は一定のまま、光学的異方性（配向秩序度、屈折率）の程度を変化させることによって表示を行うことができる。よって、上記の何れの構成においても、広視野角特性および高速応答特性を有する表示素子を実現することができる。

【0022】

また本発明に係る表示素子は、上記誘電性媒体が、電圧印加時または電圧無印加時に光の波長以下の配向秩序を有していることが好ましい。

【0023】

このように、配向秩序が光の波長以下であれば、光学的に等方性を示す。したがって、電圧印加時または電圧無印加時に配向秩序が光の波長以下となる媒質を用いることにより、電圧無印加時と電圧印加時とにおける表示状態を確実に異ならせることができる。

【0024】

また本発明に係る表示素子は、上記一对の基板のうち一方の基板に、基板面に対して略平行な電界を上記誘電性媒体に印加する少なくとも1対の電極からなる電界印加手段を備えていることが好ましい。

【0025】

上述した構成とすることによって、基板に対して垂直な方向に通過する光に対して略直

交する方向、つまり基板面に平行な方向に容易に電界を印加することができ、電界印加で発生する複屈折異方性を光信号の変化として容易に取り出すことができる。

【0026】

また本発明に係る表示素子は、上記電極が、楔型であることがより好ましく、さらには上記楔型に形成された電極のなす角度は、90度±10度未満であることが好ましい。

【0027】

上述した構成とすることにより、本発明に係る表示素子の視野角特性が向上する。

【0028】

また本発明に係る表示素子は、上記電界印加手段による電界印加方向と、上記偏光板の吸収軸とのなす角度が、45度±10度未満であることが好ましい。

【0029】

上述した90度±10度未満をなした楔型に形成された電界印加手段により、電界印加によって発生する上記誘電性媒体の光学的異方性の方向は少なくとも2方向(2ドメイン)存在することになる。各ドメインの電界印加により発生する光学的異方性の方向と、上記偏光板の吸収軸とのなす角度が45度±10度未満であり、かつ、各ドメインの電界印加により発生する光学的異方性の方向が互いに90度±10度未満をなすことで、斜め視角の色付き現象を互いに補償しあうことができ、透過率を損なうことなく、視野角特性を大きく向上させることができる。

【0030】

また本発明に係る表示素子は、上記一対の基板のうち少なくとも一方の基板における他の基板との対向面表面に、配向膜が備えられていることが好ましく、水平配向処理が施されていることが好ましい。

【0031】

配向処理が施されていることで、液晶の配向の秩序の度合いを向上させることができ、より大きなカーボン効果を得ることができる。

【0032】

すなわち、例えば周囲温度が低く、電源投入時に、誘電性媒体が、本来駆動されるべき温度に達しておらず、誘電性媒体の物理的状態が、本来の駆動時の状態と異なっている場合であっても、上記誘電性媒体を、配向させることができるので、該誘電性媒体(物理的状態が、本来の駆動時の状態と異なる誘電性媒体)による光学的寄与を消失させることができる。

【0033】

したがって、本発明に係る表示素子は、上記誘電性媒体の配向変化を補助することができるとなり、上記誘電性媒体の配向変化を補助することにより、カーボン効果の増大に寄与し、よって駆動電圧を低減することができる。

【0034】

また、上述した処理を施すことにより上記表示素子の温度が上昇するまでにおいても、良好な表示を実現することができる。

【0035】

また、上記の構成によれば、所望の駆動温度に達したとしても、基板界面に吸着した誘電性媒体の分子による光漏れは発生せず、高いコントラストを得ることができる。よって、上記の構成によれば、コントラストが低下することなく、高速応答性、視野角特性に優れた表示素子を提供することができるというさらなる効果を奏する。

【0036】

また、本発明に係る表示素子は、上記配向膜が、有機薄膜であることが好ましく、ポリイミド膜であることがより好ましい。

【0037】

上記配向膜を有機薄膜、特に、ポリイミドとすることにより、極めて優れた配向効果を示すことが可能となる。すなわち、カーボン数を容易に増大することが可能となる。また、上記ポリイミドは、安定性が高い材料であり信頼性が高い。したがって、ポリイミドを使

用することによって、良好な表示性能を示す表示素子を提供することができる。

【0038】

また本発明に係る表示素子は、上記誘電性媒体に、液晶性物質を含むことが好ましい。

【0039】

液晶性物質に電界を印加することにより、微細構造に歪みが与えられ、光学変調を誘起させることが可能となる。

【発明の効果】

【0040】

本発明に係る表示素子は、以上のように、少なくとも一方が透明な一対の基板と、上記一対の基板間に挟持され、電界の印加により光学的異方性が変化する誘電性媒体とを備えた表示素子であって、上記誘電性媒体に、無極性分子を含むことを特徴としていることから、カーポロードを利用した表示素子であっても、従来技術における上述したような課題を解消できる。すなわち、本発明に係る表示素子は、上記誘電性媒体に無極性な分子を含むことにより、無極性な分子は、誘電性媒体における分子集合体において双極子相互作用等の影響を比較的受けにくいため、配向変化が起こり易い。そのため、光学変調に必要な電圧の上昇を抑えることができる。したがって、無極性分子を上記誘電性媒体に含むことにより、従来技術における光学素子（光学装置）とは異なり、光学変調に必要な電圧の上昇を抑えることが出来ると考えられる。

【0041】

また、上記構成とすることにより、液晶材料を、相転移手段であるヒーター等の加熱によって等方相状態として表示素子に適用した場合であっても、カーポロード数が低下することなく、液晶材料の等方相転移温度を低下させることができる。カーポロード数が低下しないため、印加電圧が増大することなく、低電圧において駆動することが可能な液晶材料を備えた表示素子を実現することができる。

【0042】

さらに、ヒーター等による加熱温度を低下させることができることから、従来と比較して広い使用温度範囲を備えた表示素子を提供することができる。

【0043】

したがって、本発明に係る表示素子は、駆動電圧の上昇を抑えながら光学変調を行う温度を低下させることができ高速応答特性を有する表示素子を提供することが可能となる。すなわち、本発明に係る表示素子は、液晶相—等方相相転移が高くなく、かつ、光学変調に必要な駆動電圧の上昇を抑えた表示素子を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

本発明の実施の一形態について図1ないし図8に基づいて説明すれば、以下の通りである。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではない。

【0045】

図1(a)は、電圧無印加状態(OF F状態)における本実施の形態に係る表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、図1(b)は電圧印加状態(ON状態)における本実施の形態に係る表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

【0046】

図1(a)および(b)に示すように、本実施の形態に係る表示素子は、互いに対向して配置された、少なくとも一方が透明な一対の基板(以下、画素基板11および対向基板12と記す)を備え、これら一対の基板間に、電界の印加により光学変調する誘電性媒体からなる誘電性媒体層3が挟持されており、さらに上記一対の基板のうちの一方の基板(図中では上記画素基板11)に電界印加手段である電極4および5を備え、さらに偏光板6および7を備えている。

【0047】

また、上記画素基板11および対向基板12は、図1(a)および(b)に示すように、基板1および2をそれぞれ有している。また、これら一対の基板1および2の外側(画

素基板11および対向基板12の外側)、つまり、これら両基板1および2の対向面とは反対側の面には、偏光板6および7がそれぞれ設けられている構成を有している。

【0048】

上記一対の基板1および2のうち、少なくとも一方の基板は透光性を有する、例えばガラス基板等の基板を用いることができる。

【0049】

なお、上記基板1および2としては、従来基板として用いられているものに限定されるものではなく、例えばフィルム状であってもよく、また、可撓性を有するものであってもよく、少なくとも一方が透明であり、上記誘電性媒体を基板間、つまり、内部に保持(挟持)することができるものであれば、誘電性媒体の種類や相の状態等に応じて、様々な材料を使用することができる。

【0050】

上記一対の基板1および2のうち、一方の基板1における他方の基板2との対向面上には、図1(a)および(b)に示すように上記基板1に上記誘電性媒体層3に印加するための電極4および5が互いに対向配置されている。図1(b)に示すように、電圧印加状態において、上記電極4および5は、上記誘電性媒体中に略平行な電界8を印加する。なおここで「上記基板1に対して略平行な電界」とは、基板に対して垂直な方向に通過する光に対して略直交する方向の電界のことを行う。

【0051】

上記電極4および5は、例えばITO(インジウム銅酸化物)等の透明電極材料等の電極材料からなり、本実施の形態では、例えば線幅5μm、電極間距離(電極間隔)5μm、厚み0.6μmに設定されている。しかしながら、上記の電極材料並びに線幅、電極間距離、および厚みは単なる一例であり、本発明はこれに限定されるものではない。

【0052】

上記電極4および5の一例としては、図2に示すように歯部分4aおよび5aが互いに噛み合う方向に対向配置された歯形の電極が挙げられる。さらに、歯部分4aおよび5aは、それぞれが楔型であることが好ましい。また、具体的には、図示するように歯部分4aおよび5aは、それぞれがジグザグ状に折れ曲がっていてもよい。ジグザグ状に折れ曲がっていることにより、例えばマトリクス状に配置された複数の画素の各列および各行にデータ信号線と走査信号線とがそれぞれ設けられている場合に、電極の歯部分と上記データ信号線および走査信号線との間に生じる非表示領域を大幅に減少させることができ、表示領域を大きくすることができる。

【0053】

しかしながら、上記電極4および5は、上記基板1に略平行な電界8を上記誘電性媒体層3に印加することができさえすれば、特に限定されるものではない。なお、楔型とは、「く」の字型に屈折した構造のことを行う。

【0054】

さらに、上記楔型に形成された電極4および5は、その各々の楔型が、90度±10度未満、より好適には90度±5度未満、最も好適には90度の角度で屈折していることが好ましい。

【0055】

上記角度を有した電極4および5による電界印加によって発生する上記誘電性媒体の光学的異方性の方向は、図2に示す矢印50aおよび50bに示すように少なくとも2方向(以下では、これを2ドメインと呼ぶ)存在することになる。したがって、後述するように上記偏光板の吸収軸とがなす角度が45度であり、かつ、各ドメインの電界印加により発生する光学的異方性の方向が互いに90度をなすことで、斜め視角の色付き現象を互いに補償しあうことができ、透過率を損なうことなく、視野角特性を大きく向上させることができる。

【0056】

さらに、上記基板1における基板2との対向面上、つまり、上記画素基板11における

対向基板12との対向面表面には、ラビング処理が施された配向膜9が、上記電極4および5を覆うように、上記基板1における基板2との対向面全面に渡って形成されている。

【0057】

また、上記基板2における基板1との対向面上、つまり、上記対向基板12における画素基板11との対向面表面にも、ラビング処理が施された配向膜10が、上記基板2における基板1との対向面全面に渡って形成されている。

【0058】

上記配向膜9および10は、図2に示すように、そのラビング方向が、上記偏光板6および7の吸収軸6aおよび7aのうち何れか一方の偏光板吸収軸と一致するように、上記ラビング処理として、配向処理方向が基板面内方向の水平ラビング処理（水平配向処理）が施されている。配向処理が施されていることで、液晶の配向の秩序の度合いを向上させることができ、より大きなカーブ効果を得ることができる。

【0059】

また、図2および図1に示すように、偏光板6および7は、互いの偏光板吸収軸方向が直交するように配置されていると共に、各偏光板6および7における偏光板吸収軸は、電極4および5の電界印加方向に対して45度の角度をなしている。

【0060】

本実施の形態に係る表示素子において、誘電性媒体層3は、電界印加方向に配向秩序度が上昇することにより光学的異方性が発現し、透過率が変化するシャッター型の表示素子として機能し得る。したがって、互いに直交する偏光板吸収軸方向に対して、その異方性方向は、45度の角度をなす時に最大透過率を与える。なお、誘電性媒体の光学的異方性が発現する方位が、偏光板吸収軸にそれぞれ±θ（度）の角度に存在するとしたときの透過率（P）は、 $P(\%) = \sin^2(2\theta)$ より見積もられ、上記θが45度の時の透過率を100%とすれば、ほぼ90%以上であれば人間の目には最大輝度を有していると感じられることから、上記θは、35度<θ<55度であれば、人間の目には最大輝度を有していると感じられる。つまり、本実施の形態に示すように、電界が例えば基板1に略平行に印加される表示素子では、偏光板の吸収軸の方向、言い換えれば、水平配向処理における配向処理方向（ラビング方向）が、上記電極4および5による電界印加方向に対し、45度±10度未満、より好適には45度±5度未満、最も好適には45度の角度をなすことで、透過率を最大化することができる。

【0061】

次に、上記偏光板6および7は、両基板1および2にそれぞれ設けられ、互いの偏光板吸収軸方向が直交すると共に、各偏光板6および7における偏光板吸収軸と電極4および5（歯部分4aおよび5a）の電極伸長方向とが45度の角度をなすように形成されている。

【0062】

よって、上記表示素子において、上記電極4および5による電界印加方向は、上記偏光板6および7の偏光板の吸収軸の方向、並びに配向膜9および10のラビング方向と45度の角度をなしている。

【0063】

上記配向膜9および10におけるラビング方向は、上述したように上記偏光板6および7の何れか一方の偏光板吸収軸と一致してさえいれば、互いに平行（互いの配向（処理）方向が、平行でかつ向きが同じ）であってもよく、反平行（逆平行）、つまり、互いの配向（処理）方向が、平行でかつ向きが反対（逆）であってもよく、直交していてもよい。

【0064】

すなわち、本実施の形態によれば、たとえ電圧無印加時に光学異方性が発現したとしても、上記画素基板11および対向基板12における互いの対向表面に、一方の偏光板吸収軸と平行または直交する方向の水平配向処理を施し、その光学異方性の方向、つまり、配向方向を、上記偏光板吸収軸と平行または直交する方向にしておくことで、その光学的寄与を消失させることができる。つまり、本実施の形態において、上記画素基板11および

対向基板12における互いの対向面表面に水平配向処理が施されていることで、基板界面の誘電性媒体、厳密には該誘電性媒体を構成する分子は、素子駆動温度未満の温度で、上記配向処理における配向（処理）方向に沿って配向する。

【0065】

また、本実施の形態にかかる表示素子によれば、所望の駆動温度領域に達したとしても、基板界面に吸着した分子による黒表示時の光の漏れは観測されず、高いコントラストを実現することができる。したがって、コントラストが低下することなく、高速応答性、視野角特性に優れた表示素子を得ることができる。

【0066】

なお、上記基板1および2における互いのラビング方向は、前記したように、直交、平行または反平行であることが望ましいが、より望ましくは、平行または反平行のときである。上記両基板1および2に水平配向処理を行うと共に、互いの水平配向方向を平行または反平行として、コントラストを最大化することができ、この結果、黒輝度をより小さくすることができた。

【0067】

なお、本実施の形態では、両基板1および2（画素基板11および対向基板12）に対し、配向膜9および10の形成、並びにラビング処理を行ったが、上記した効果は、一方の基板のみにラビング処理を行った場合であっても得ることはできる。この場合、両基板1および2に上記配向膜9および10を形成した場合、つまり、両基板1および2に配向処理を施した場合ほどの効果は得られないが、電極4および5を形成した基板1とは反対側の基板2だけに配向膜（配向膜10）を形成しておけば、基板1側の配向膜9に由来する電圧降下が発生せず、素子の駆動電圧が上昇することもなく、実用上のメリットが大きい。また、所望の駆動温度になったとしても、基板界面に吸着した分子による光漏れは発生せず、高いコントラストを得ることができる。また、所望の駆動温度になったとしても、基板界面に吸着した分子による光漏れは発生せず、高いコントラストを得ることができる。

【0068】

上記配向膜9および10の材質としては、それぞれ有機膜であってもよいし、無機膜であってもよく、誘電性媒体を構成する分子の配向の秩序の度合いを向上させ、該分子を、所望の方向に配向させることができさえすれば、特に限定されるものではないが、上記配向膜9および10を有機薄膜により形成した場合、良好な配向効果を示すことから、上記配向膜9および10としては有機薄膜を用いることがより望ましい。このような有機薄膜の中でもポリイミドは安定性、信頼性が高く、極めて優れた配向効果を示すことから、配向膜材料にポリイミドを使用することで、より良好な表示性能を示す表示素子を提供することができる。

【0069】

なお、上記配向膜9および10としては、市販の水平配向膜を用いることができる。

【0070】

また、上記配向膜9および10としては、その配向制御が容易であることから光感応性を有する官能基（以下、光官能基と記す）を有していてもよい。上記光官能基としては、例えば二量化反応をするシンナメート系、カルコン系等や、異性化反応をするアゾ系等が挙げられるが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0071】

上記配向膜9および10が光官能基を有する場合、上記画素基板11および対向基板12表面、すなわち、上記配向膜9および10表面に、偏光された紫外線の照射（以下、偏光紫外線照射と記す）を行って配向規制力を発現させることにより、容易に所望の配向処理を行うことができる。

【0072】

本実施の形態における表示素子は、例えば、上記画素基板11と対向基板12とを、図示しないシール剤により、必要に応じて、例えば図示しないプラスチックビーズやガラス

ファイバースペーサ等のスペーサを介して貼り合わせ、その空隙に、上記誘電性媒体を封入することにより形成される。

## 【0073】

本実施の形態に用いられる上記誘電性媒体層3の上記誘電性媒体は、電界を印加することにより、光学的異方性が変化する媒体である。物質中に外部から電界E<sub>z</sub>を加えると、電気変位D<sub>1z</sub>=ε<sub>1z</sub>·E<sub>z</sub>を生じるが、そのとき、誘電率(ε<sub>1z</sub>)にもわずかな変化が見られる。光の周波数では屈折率(n)の自乗は誘電率と等価であるから、上記誘電性媒体は、電界の印加により、屈折率が変化する物質と言うこともできる。

## 【0074】

このように、本実施の形態に係る表示素子は、物質の屈折率が外部電界によって変化する現象(電気光学効果)を利用して表示を行うものであり、電界印加により分子(分子の配向方向)が揃って回転することを利用した液晶表示素子とは異なり、光学的異方性の方向は殆ど変化せず、その光学的異方性の程度の変化(主に、電子分極や配向分極)により表示を行うようになっている。

## 【0075】

上記誘電性媒体としては、ポッケルス効果またはカ一効果を示す物質等、電界無印加時に光学的には等方(巨視的に見て等方であればよい)であり、電界印加により光学的異方性が発現する物質であってもよく、電界無印加時に光学的異方性を有し、電界印加により異方性が消失し、光学的に等方性(巨視的に見て等方であればよい)を示す物質であってもよい。典型的には、誘電性媒体は、電界無印加時には光学的に等方(巨視的に見て等方であればよい)であり、電界印加により光学変調(特に電界印加により複屈折が上昇することが望ましい)を発現する物質である。

## 【0076】

ポッケルス効果、カ一効果(それ自身は、等方相状態で観察される)は、それぞれ、電界の一次または二次に比例する電気光学効果であり、電圧無印加状態では、等方相であるため光学的に等方的であるが、電圧印加状態では、電界が印加されている領域において、電界方向に化合物の分子の長軸方向が配向し、複屈折が発現することにより透過率を変調することができる。例えば、カ一効果を示す物質を用いた表示方式の場合、電界を印加して1つの分子内の電子の偏りを制御することにより、ランダムに配列した個々の分子が各々別個に回転して向きを変えることから、応答速度が非常に速く、また、分子が無秩序に配列していることから、視角制限がないという利点がある。なお、上記誘電性媒体のうち、大まかに見て電界の一次または二次に比例しているものは、ポッケルス効果またはカ一効果を示す物質として扱うことができる。

## 【0077】

ポッケルス効果を示す物質としては、例えば、ヘキサミン等の有機固体材料等が挙げられるが、特に限定されるものではない。上記媒質Aとしては、ポッケルス効果を示す各種有機材料、無機材料を用いることができる。

## 【0078】

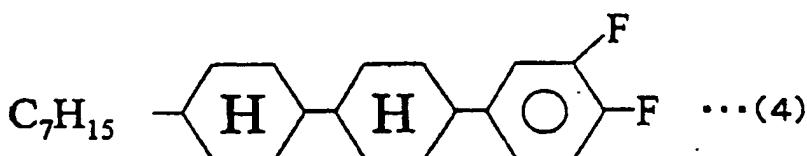
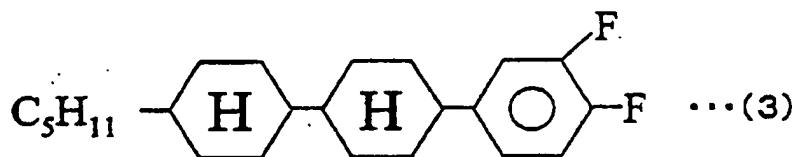
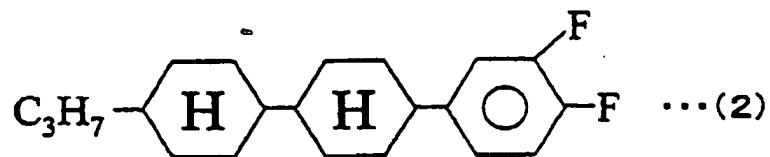
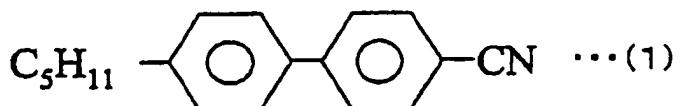
次に、カ一効果を示す物質について説明すると以下の通りである。すなわち、カ一効果を示す物質は、上述したように電界の二次に比例する電気光学効果であり、電圧無印加状態では、等方相であるため光学的に等方的であるが、電圧印加状態では、電界が印加されている領域において、電界方向に化合物の分子の長軸方向が配向し、複屈折が発現することにより透過率を変調することができる。カ一効果を示す物質を用いることにより、電界を印加して1つの分子内の電子の偏りを制御することにより、ランダムに配列した個々の分子が各々別個に回転して向きを変えることから、応答速度が非常に速く、また、分子が無秩序に配列していることから、視角制限がないという利点がある。

## 【0079】

カ一効果を示す物質としては、下記構造式(1)～(4)

## 【0080】

【化1】



【0081】

で示される液晶性物質や、後述する実施例において用いる下記構造式(5)～(7)

【0082】

【化2】



【0083】

で示される液晶性物質等が挙げられるが、特に限定されるものではない。

【0084】

カー効果は、入射光に対して透明な媒質中で観測される。このため、カー効果を示す物質は、透明媒質として用いられる。通常、液晶性物質は、温度上昇に伴って、短距離秩序を持った液晶相から、分子レベルでランダムな配向を有する等方相に移行する。つまり、液晶性物質のカー効果は、ネマティック相ではなく、液晶相-等方相温度以上の等方相状

態の液体に見られる現象であり、上記液晶性物質は、透明な誘電性液体として使用される

## 【0085】

液晶性物質等の誘電性液体は、加熱による使用環境温度（加熱温度）が高いほど、等方相状態となる。よって、上記媒質として液晶性物質等の誘電性液体を使用する場合には、該誘電性液体を透明、すなわち可視光に対して透明な液体状態で使用するために、例えば、(1) 誘電性媒体層3の周辺に、図示しないヒーター等の加熱手段を設け、該加熱手段により上記誘電性液体をその透明点以上に加熱して用いてもよいし、(2) バックライトからの熱輻射や、バックライトおよび／または周辺駆動回路からの熱伝導（この場合、上記バックライトや周辺駆動回路が加熱手段として機能する）等により、上記誘電性液体をその透明点以上に加熱して用いてもよい。また、(3) 上記基板1および2の少なくとも一方に、ヒーターとしてシート状ヒーター（加熱手段）を貼合し、所定の温度に加熱して用いてもよい。さらに、上記誘電性液体を透明状態で用いるために、透明点が、上記表示素子の使用温度範囲下限よりも低い材料を用いることも可能である。

## 【0086】

また、上記誘電性媒体は、液晶性物質を含んでいることが望ましく、液晶性物質を使用する場合には、該液晶性物質は、巨視的には等方相を示す透明な液体であるが、微視的には一定の方向に配列した短距離秩序を有する分子集団であるクラスタを含んでいることが望ましい。なお、上記液晶性物質は可視光に対して透明な状態で使用されることから、上記クラスタも、可視光に対して透明（光学的に等方）な状態で用いられる。

## 【0087】

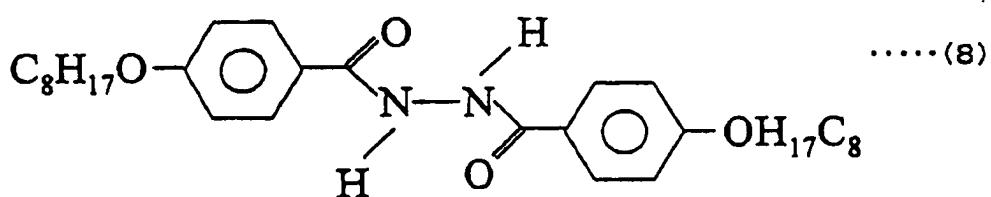
このために、上記表示素子は、上述したように、ヒーター等の加熱手段を用いて温度制御を行ってもよく、上記液晶性物質の直径を例えば0.1μm以下とする等、上記液晶性物質を、光の波長よりも小さな径を有する微小ドロップレットとし、光の散乱を抑制することにより透明状態とするか、または、使用環境温度（室温）にて透明な等方相を示す液晶性化合物を使用する等してもよい。上記液晶性物質の直径、さらにはクラスタの径（長径）が0.1μm以下、つまり、光の波長（入射光波長）よりも小さい場合の光の散乱は無視することができる。このため、例えば上記クラスタの径が0.1μm以下であれば、上記クラスタもまた可視光に対して透明である。

## 【0088】

なお、上記誘電性媒体は、上述したようにボッケルス効果またはカ一効果を示す物質に限定されない。このため、上記誘電性媒体は、分子の配列が、光の波長以下（例えばナノスケール）のスケールのキューピック対称性を有する秩序構造を有し、光学的には等方的に見えるキューピック相（非特許文献3・6～8参照）を有していてもよい。キューピック相は上記誘電性媒体として使用することができる液晶性物質の液晶相の一つであり、キューピック相を示す液晶性物質としては、例えば、下記構造式(8)

## 【0089】

## 【化3】



## 【0090】

で示されるB A B H 8等が挙げられる。このような液晶性物質に電界を印加すれば、微細構造に歪みが与えられ、光学変調を誘起させることが可能となる。

## 【0091】

B A B H 8は、136.7°C以上、161°C以下の温度範囲では、光の波長以下のスケ

ールのキューピック対称性を有する秩序構造からなるキューピック相を示す。該B A B H 8は、光の波長以下の秩序構造を有し、上記温度範囲において、電圧無印加時に光学的等方性を示すことで、直交ニコル下において良好な黒表示を行うことができる。

【0092】

一方、上記B A B H 8の温度を、例えば前記した加熱手段等を用いて136.7°C以上、161°C以下に制御しながら、電極4および5(樹形電極)間に電圧を印加すると、キューピック対称性を有する構造(秩序構造)に歪みが生じる。すなわち、上記B A B H 8は、上記の温度範囲において、電圧無印加状態では等方的であり、電圧印加により異方性が発現する。

【0093】

これにより、上記媒質層3において複屈折が発生するので、上記表示素子は、良好な白表示を行うことができる。なお、複屈折が発生する方向は一定であり、その大きさが電圧印加によって変化する。また、電極4および5(樹形電極)間に印加する電圧と透過率との関係を示す電圧透過率曲線は、136.7°C以上、161°C以下の温度範囲、すなわち、約20Kという広い温度範囲において安定した曲線となる。このため、上記B A B H 8を上記誘電性媒体として使用した場合、温度制御を極めて容易に行うことができる。すなわち、上記B A B H 8からなる誘電性媒体層3は、熱的に安定な相であるため、急激な温度依存性が発現せず、温度制御が極めて容易である。

【0094】

また、上記誘電性媒体としては、液晶分子が光の波長以下のサイズで放射状に配向した集合体で充填された、光学的に等方的に見えるような系を実現することも可能であり、その手法としては非特許文献4に記載の液晶マイクロエマルジョンや非特許文献5に記載の液晶・微粒子分散系(溶媒(液晶)中に微粒子を混在させた混合系、以下、単に液晶微粒子分散系と記す)の手法を応用することも可能である。これらに電界を印加すれば、放射状配向の集合体に歪みが与えられ、光学変調を誘起させることが可能である。

【0095】

なお、これら液晶性物質は、何れも、単体で液晶性を示すものであってもよいし、複数の物質が混合されることにより液晶性を示すものであってもよいし、これらの物質に他の非液晶性物質が混入されていてもよい。さらには、非特許文献1に記載されているような高分子・液晶分散系の物質を適用することもできる。また、非特許文献2に記載されているようなゲル化剤を添加してもよい。

【0096】

また、上記誘電性媒体としては、有極性分子を含有することが望ましく、例えばニトロベンゼン等が誘電性媒体として好適である。なお、ニトロベンゼンもカーポ効果を示す媒質の一種である。

【0097】

以下に、上記誘電性媒体として用いることができる物質もしくは該物質の形態の一例を示すが、本発明は以下の例示にのみ限定されるものではない。

【0098】

(スマクチックD相(SmD))

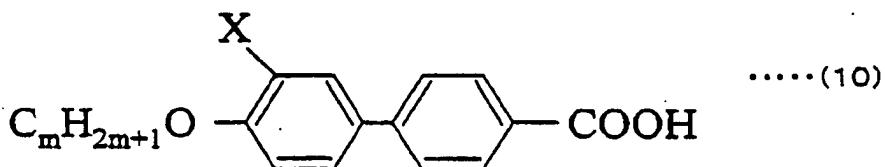
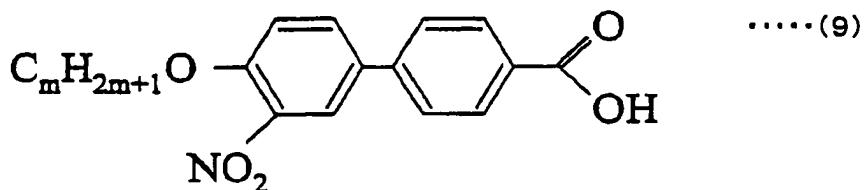
スマクチックD相(SmD)は、上記誘電性媒体として使用することができる液晶性物質の液晶相の一つであり、三次元格子構造を有し、その格子定数が光の波長以下である。このため、スマクチックD相は、光学的には等方性を示す。

【0099】

スマクチックD相を示す液晶性物質としては、例えば、非特許文献3もしくは非特許文献8に記載の下記一般式(9)・(10)

【0100】

【化4】



【0101】

で表されるANBC16等が挙げられる。なお、上記一般式(9)・(10)において、 $m$ は任意の整数、具体的には、一般式(9)においては $m=16$ 、一般式(10)においては $m=15$ を示し、Xは $-\text{NO}_2$ 基を示す。

【0102】

上記ANBC16は、171.0°C～197.2°Cの温度範囲において、スマクチックD相が発現する。ANBC16がスマクチックD相を示す上記の温度領域において、ANBC16に電界を印加すれば、ANBC16の分子自身に誘電異方性が存在するため、分子が電界方向に向こうとして格子構造に歪が生じる。すなわち、ANBC16に光学的異方性が発現する。なお、ANBC16に限らず、スマクチックD相を示す物質であれば、本実施の形態にかかる表示素子の誘電性媒体として適用することができる。

【0103】

〔液晶マイクロエマルション〕

液晶マイクロエマルションとは、非特許文献4において提案された、O/W型マイクロエマルション（油の中に水を界面活性剤で水滴の形で溶解させた系で、油が連続相となる）の油分子をサーモトロピック液晶分子で置換したシステム（混合系）の総称である。

【0104】

液晶マイクロエマルションの具体例としては、例えば、非特許文献4に記載されている、ネマティック液晶相を示すサーモトロピック液晶であるベンチルシアノビフェニル（5CB）と、逆ミセル相を示すリオトロピック（ライオトロピック）液晶であるジドデシルアンモニウムプロマイド（DDAB）の水溶液との混合系がある。この混合系は、図3および図4に示すような模式図で表される構造を有している。

【0105】

また、この混合系は、典型的には逆ミセルの直径が50Å程度、逆ミセル間の距離が200Å程度である。これらのスケールは光の波長より一桁程度小さい。また、逆ミセルが三次元空間的にランダムに存在しており、各逆ミセルを中心に5CBが放射状に配向している。したがって、この混合系は、光学的には等方性を示す。

【0106】

そして、この混合系からなる誘電性媒体に電界を印加すれば、5CBに誘電異方性が存在するため、分子自身が電界方向に向こうとする。すなわち、逆ミセルを中心に放射状に配向していたため光学的に等方であった系に、配向異方性が発現し、光学的異方性が発現する。なお、上記の混合系に限らず、電圧無印加時には光学的に等方性を示し、電圧印加によって光学的異方性が発現する液晶マイクロエマルションであれば、本実施の形態にかかる表示素子の誘電性媒体として適用することができる。

【0107】

〔リオトロピック液晶〕

リオトロピック（ライオトロピック）液晶とは、液晶を形成する主たる分子が、他の性質を持つ溶媒（水や有機溶剤など）に溶けているような他成分系の液晶を意味する。また、上記の特定の相とは、電界無印加時に光学的に等方性を示す相である。このような特定の相としては、例えば、非特許文献11に記載されているミセル相、スponジ相、キューピック相、逆ミセル相がある。図5に、リオトロピック液晶相の分類図を示す。

## 【0108】

両親媒性物質である界面活性剤には、ミセル相を発現する物質がある。例えば、イオン性界面活性剤である硫酸ドデシルナトリウムの水溶液やパルチミン酸カリウムの水溶液等は球状ミセルを形成する。また、非イオン性界面活性剤であるポリオキシエチレンノニルフェニルエーテルと水との混合液では、ノニルフェニル基が疎水基として働き、オキシエチレン鎖が親水基として働くことにより、ミセルを形成する。他にも、ステレン-エチレンオキシドブロック共重合体の水溶液でもミセルを形成する。

## 【0109】

例えば、球状ミセルは、分子が空間的全方位にパッキング（分子集合体を形成）して球状を示す。また、球状ミセルのサイズは、光の波長以下であるため、異方性を示さず、等方的に見える。しかしながら、このような球状ミセルに電界を印加すれば、球状ミセルが歪むため異方性を発現する。よって、球状ミセル相を有するリオトロピック液晶もまた、本実施の形態にかかる表示素子の誘電性媒体として適用することができる。なお、球状ミセル相に限らず、他の形状のミセル相、すなわち、紐状ミセル相、楕円状ミセル相、棒状ミセル相等を誘電性媒体として使用しても、同様の効果を得ることができる。

## 【0110】

また、濃度、温度、界面活性剤の条件によっては、親水基と疎水基とが入れ替わった逆ミセルが形成されることが一般に知られている。このような逆ミセルは、光学的にはミセルと同様の効果を示す。したがって、逆ミセル相を誘電性媒体として適用することにより、ミセル相を用いた場合と同等の効果を奏する。なお、前述した液晶マイクロエマルションは、逆ミセル相（逆ミセル構造）を有するリオトロピック液晶の一例である。

## 【0111】

また、非イオン性界面活性剤であるペンタエチレングリコールードデシルエーテルの水溶液には、図5に示したような、スponジ相やキューピック相を示す濃度および温度領域が存在する。このようなスponジ相やキューピック相は、光の波長以下の秩序を有しているので透明な物質である。すなわち、これらの相からなる媒質は、光学的には等方性を示す。そして、これらの相からなる媒質に電圧を印加すると、配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。したがって、スponジ相やキューピック相を有するリオトロピック液晶もまた、本実施の形態にかかる表示素子の誘電性媒体として適用することができる。

## 【0112】

## 〔液晶微粒子分散系〕

また、誘電性媒体は、例えば、非イオン性界面活性剤ペンタエチレングリコールードデシルエーテルの水溶液に、表面を硫酸基で修飾した直径100Å程度のラテックス粒子を混在させた、液晶微粒子分散系であってもよい。上記液晶微粒子分散系ではスponジ相が発現するが、本実施の形態において用いられる誘電性媒体としては、前述したミセル相、キューピック相、逆ミセル相等を発現する液晶微粒子分散系であってもよい。なお、上記ラテックス粒子に代えて前記D A Bを使用することによって、前述した液晶マイクロエマルションと同様な配向構造を得ることもできる。

## 【0113】

## 〔デンドリマー〕

デンドリマーとは、モノマー単位毎に枝分かれのある三次元状の高分岐ポリマーである。デンドリマーは、枝分かれが多いために、ある程度以上の分子量になると球状構造となる。この球状構造は、光の波長以下の秩序を有しているので透明な物質であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。したがって、デンドリマーもまた、本実施の形態にかかる表示素子の誘電性媒体として適用することができる。また、前述

した液晶マイクロエマルションにおいてD D A Bに代えて上記デンドリマーを使用することにより、前述した液晶マイクロエマルションと同様な配向構造を得ることができる。このようにして得られた媒質もまた、上記誘電性媒体として適用することができる。

## 【0114】

## 〔コレステリックブルー相〕

コレステリックブルー相は、螺旋軸が3次元的に周期構造を形成しており、その構造は、高い対称性を有していることが知られている（例えば、非特許文献6・7参照）。コレステリックブルー相は、光の波長以下の秩序を有しているのでほぼ透明な物質であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。すなわち、コレステリックブルー相は、光学的に概ね等方性を示し、電界印加によって液晶分子が電界方向に向こうとするために格子が歪み、異方性を発現する。

## 【0115】

なお、コレステリックブルー相を示す物質としては、例えば、「JC1041」（商品名、チッソ社製混合液晶）を48.2重量%、「5CB」（4-シアノ-4'-ペンチルビフェニル、ネマティック液晶）を47.4重量%、「ZLI-4572」（商品名、メルク社製カイラードーパント）を4.4重量%の割合で混合してなる組成物が知られている。該組成物は、330.7Kから331.8Kの温度範囲で、コレステリックブルー相を示す。

## 【0116】

## 〔スメクチックブルー相〕

スメクチックブルー（BP<sub>S m</sub>）相は、コステリックブルー相と同様、高い対称性の構造を有し（例えば、非特許文献7、非特許文献10等参照）、光の波長以下の秩序を有しているのでほぼ透明な物質であり、電圧印加によって配向秩序が変化して光学的異方性が発現する。すなわち、スメクチックブルー相は、光学的に概ね等方性を示し、電界印加によって液晶分子が電界方向に向こうとするために格子が歪み、異方性を発現する。

## 【0117】

なお、スメクチックブルー相を示す物質としては、例えば、非特許文献10に記載されているFH/FH/HH-14BTMHC等が挙げられる。該物質は、74.4°C～73.2°CでBP<sub>S m</sub>3相、73.2°C～72.3°CでBP<sub>S m</sub>2相、72.3°C～72.1°CでBP<sub>S m</sub>1相を示す。BP<sub>S m</sub>相は、非特許文献7に示すように、高い対称性の構造を有するため、概ね光学的等方性が示される。また、物質FH/FH/HH-14BTMHCに電界を印加すると、液晶分子が電界方向に向こうとすることにより格子が歪み、同物質は異方性を発現する。よって、同物質は、本実施の形態にかかる表示素子の誘電性媒体として使用することができる。

## 【0118】

以上のように、本実施の形態にかかる表示素子において誘電性媒体として使用することができる物質は、電界の印加により光学的異方性（屈折率、配向秩序度）が変化するものでありさえすれば、ポッケルス効果またはカーラー効果を示す物質であってもよく、キューピック相、スメクチックD相、コレステリックブルー相、スメクチックブルー相の何れかを示す分子からなるものであってもよく、ミセル相、逆ミセル相、スポンジ相、キューピック相の何れかを示すリオトロピック液晶もしくは液晶微粒子分散系であってもよい。また、上記誘電性媒体は、液晶マイクロエマルションやデンドリマー（デンドリマー分子）、両親媒性分子、コポリマー、もしくは、上記以外の有極性分子等であってもよい。

## 【0119】

また、上記誘電性媒体は、液晶性物質に限らず、電圧印加時または電圧無印加時に光の波長以下の秩序構造（配向秩序）を有することが好ましい。秩序構造が光の波長以下であれば、光学的に等方性を示す。したがって、電圧印加時または電圧無印加時に秩序構造が光の波長以下となる誘電性媒体を用いることにより、電圧無印加時と電圧印加時における表示状態を確実に異ならせることができる。

## 【0120】

ここで、上述した特許文献1に記載の表示装置は、上記構造式(1)～(4)に示される液晶性物質を用いて、本実施の形態と同様に電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行うものである。具体的に、特許文献1は、等方相状態の有極性分子を含む媒体(本実施の形態における誘電性媒体)を一对の基板間に挟持した表示装置である。しかしながら、特許文献1に記載の表示装置では、液晶相—等方相相転移温度を低下させることはできる反面、これと同時にカ一一定数の低下を招くため、よって駆動電圧の上昇を引き起こす結果となった。

## 【0121】

そこで、本発明に係る表示素子は、上記誘電性媒体層3の上記誘電性媒体に無極性分子を含んだ表示素子である。

## 【0122】

上記無極性分子としては、後述する実施例にあるようにn-ドデカンを挙げができるが、本実施の形態においては、これに限定されるものではなく、無極性であればよく、n-ドデカンの他にもn-オクタンや、n-テカン等が挙げられる。なお、その中でもn-デカンが好適であり、n-ドデカンが最も好適である。

## 【0123】

さらに、上記無極性分子の含有量としては、特に限定されるものではないが、誘電性媒体に例えば0.5%～10%の範囲で用いることができる。

## 【0124】

無極性分子が上記誘電性媒体に含まれることにより、誘電性媒体における分子集合体において双極子相互作用等の影響を比較的受けにくいため、配向変化が起こり易い。そのため、光学変調に必要な電圧の上昇を抑えることができる。したがって、カ一一定数の低下を防ぎ、かつ、液晶相—等方相相転移温度も高くない表示素子を実現できる。

## 【0125】

次に、本実施の形態に係る表示素子における表示原理について、以下に説明する。なお、以下の説明では、主に、上記表示素子として透過型の表示素子を使用し、電界無印加時に光学的にはほぼ等方、好適には等方であり、電界印加により光学的異方性が発現する物質を用いる場合を例に挙げて説明するものとするが、本発明はこれに限定されるものではない。

## 【0126】

まず、本実施の形態に係る表示素子と、一般的な液晶表示素子との原理の違いについて説明する。

## 【0127】

図6は、図1(a)および(b)に示す表示素子における印加電圧と透過率との関係を示すグラフであり、図7(a)～(h)は、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子と従来の液晶表示素子との表示原理の違いを、電圧無印加時(OFF状態)および電圧印加時(ON状態)における媒質の平均的な屈折率楕円体の形状(屈折率楕円体の切り口の形状にて示す)およびその主軸方向にて模式的に示す断面図であり、図7(a)～(h)は、順に、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子の電圧無印加時(OFF状態)の断面図、該表示素子の電圧印加時(ON状態)の断面図、TN(Twisted Nematic)方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図、該TN方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図、VA(Vertical Alignment)方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図、該VA方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図、IPS(In Plane Switching)方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図、該IPS方式の液晶表示素子の電圧印加時の断面図を示す。

## 【0128】

物質中の屈折率は、一般には等方的でなく方向によって異なっている。この屈折率の異方性は、基板面に平行な方向(基板面内方向)でかつ両電極4および5の対向方向、基板面に垂直な方向(基板法線方向)、基板面に平行な方向(基板面内方向)でかつ両電極4および5の対向方向に垂直な方向を、それぞれx、y、z方向とすると、任意の直交座標

系 ( $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ) を用いて下記関係式 (1)

【0129】

【数1】

$$\sum_{ij} \left( \frac{1}{n_{ij}^2} \right) X_i X_j = 1 \quad \cdots (1)$$

【0130】

$$(n_{ji} = n_{ij}, i, j = 1, 2, 3)$$

で表される楕円体（屈折率楕円体）で示される（例えば非特許文献12参照）。ここで、上記関係式 (1) を楕円体の主軸方向の座標系 ( $Y_1$ ,  $Y_2$ ,  $Y_3$ ) を使用して書き直すと、下記関係式 (2)

【0131】

【数2】

$$\frac{Y_1^2}{n_1^2} + \frac{Y_2^2}{n_2^2} + \frac{Y_3^2}{n_3^2} = 1 \quad \cdots (2)$$

【0132】

で示される。 $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$ （以下、 $n_x$ ,  $n_y$ ,  $n_z$  と記す）は主屈折率と称され、楕円体における三本の主軸の長さの半分に相当する。原点から  $Y_3 = 0$  の面と垂直な方向に進行する光波を考えると、この光波は  $Y_1$  と  $Y_2$  の方向に偏光成分を有し、各成分の屈折率はそれぞれ  $n_x$ ,  $n_y$  である。一般に、任意の方向に進行する光に対しては原点を通り、光波の進行方向に垂直な面が、屈折率楕円体の切り口と考えられ、この楕円の主軸方向が光波の偏光の成分方向であり、主軸の長さの半分がその方向の屈折率に相当する。

【0133】

まず、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子と従来の液晶表示素子との表示原理の相違について、従来の液晶表示素子として、TN方式、VA方式、IPS方式を例に挙げて説明する。

【0134】

図7 (c) および (d) に示すように、TN方式の液晶表示素子は、対向配置された一对の基板101および102間に液晶層105が挟持され、上記両基板101および102上にそれぞれ透明電極103および104（電極）が設けられている構成を有し、電圧無印加時には、液晶層105における液晶分子の長軸方向がらせん状に捻られて配向しているが、電圧印加時には、上記液晶分子の長軸方向が電界方向に沿って配向するようになっている。この場合における平均的な屈折率楕円体105aは、電圧無印加時には、図7(c)に示すように、その主軸方向（長軸方向）が基板面に平行な方向（基板面内方向）を向き、電圧印加時には、図7(d)に示すように、その主軸方向が基板面法線方向を向く。すなわち、電圧無印加時と電圧印加時とで、屈折率楕円体105aの形状は変わらずに、その主軸方向が変化する（屈折率楕円体105aが回転する）。

【0135】

VA方式の液晶表示素子は、図7(e) および (f) に示すように、対向配置された一对の基板201および202間に液晶層205が挟持され、上記両基板201および202上にそれぞれ透明電極（電極）203および204が備えられている構成を有し、電圧無印加時には、液晶層205における液晶分子の長軸方向が、基板面に対して略垂直な方向に配向しているが、電圧印加時には、上記液晶分子の長軸方向が電界に垂直な方向に配向する。この場合における平均的な屈折率楕円体205aは、図7(e)に示すように、電圧無印加時には、その主軸方向（長軸方向）が基板面法線方向を向き、図7(f)に示すように、電圧印加時にはその主軸方向が基板面に平行な方向（基板面内方向）を向く。すなわち、VA方式の液晶表示素子の場合にも、TN方式の液晶表示素子と同様、電圧無

印加時と電圧印加時とで、屈折率楕円体305aの形状は変わらずに、その主軸方向が変化する（屈折率楕円体305aが回転する）。

## 【0136】

また、IPS方式の液晶表示素子は、図7(g)および(h)に示すように、同一の基板301上に、1対の電極302および303が対向配置された構成を有し、図示しない対向基板との間に挟持された液晶層に、上記電極302および303により電圧が印加されることで、上記液晶層における液晶分子の配向方向（屈折率楕円体305aの主軸方向（長軸方向））を変化させ、電圧無印加時と電圧印加時とで、異なる表示状態を実現することができるようになっている。すなわち、IPS方式の液晶表示素子の場合にも、TN方式およびVA方式の液晶表示素子と同様、図7(g)に示す電圧無印加時と図7(h)に示す電圧印加時とで、屈折率楕円体305aの形状は変わらずに、その主軸方向が変化する（屈折率楕円体305aが回転する）。

## 【0137】

このように、従来の液晶表示素子では、電圧無印加時でも液晶分子が何らかの方向に配向しており、電圧を印加することによってその配向方向を変化させて表示（透過率の変調）を行っている。すなわち、屈折率楕円体の形状は変化しないが、屈折率楕円体の主軸方向が電圧印加によって回転（変化）することを利用して表示を行っている。つまり、従来の液晶表示素子では、液晶分子の配向秩序度は一定であり、配向方向を変化させることによって表示（透過率の変調）を行っている。

## 【0138】

これに対し、本実施の形態に係る表示素子も含め、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子は、図7(a)および(b)に示すように、電圧無印加時における屈折率楕円体3aの形状は球状、すなわち、光学的に等方( $n_x = n_y = n_z$ 、配向秩序度=0)であり、電圧を印加することによって異方性( $n_x > n_y$ 、配向秩序度>0)が発現するようになっている。なお、上記 $n_x$ 、 $n_y$ 、 $n_z$ は、それぞれ、基板面に平行な方向（基板面内方向）でかつ両電極4および5の対向方向の主屈折率、基板面に垂直な方向（基板法線方向）の主屈折率、基板面に平行な方向（基板面内方向）でかつ両電極4および5の対向方向に垂直な方向の主屈折率を表している。

## 【0139】

本実施の形態に係る表示素子は、光学的異方性の方向は一定（電圧印加方向は変化しない）で例えば配向秩序度を変調させることによって表示を行うものであり、従来の液晶表示素子とは表示原理が大きく異なっている。

## 【0140】

本実施の形態に係る表示素子について具体的に説明すると以下の通りである。図8は、本実施の形態に係る表示素子に関する図である。図8(a)および(b)はともに、電界無印加状態(OFF状態)における本実施の形態に係る表示素子の構成を模式的に示す図であり、図8(a)は断面図であり、図8(b)は要部平面図である。また図8(c)および(d)はともに、電圧印加状態(ON状態)における上記表示素子の構成を模式的に示す図であり、図8(c)は断面図であり、図8(d)は要部平面図である。なお、図8(b)および(d)は、上記表示素子における1画素中の構成を示すものとし、説明の便宜上、対向基板1,2の構成については図示を省略する。なお、上記電極4および5としては、図2に示したように、連続した楔型構造であることが好ましい。

## 【0141】

本実施の形態に係る表示素子は、図8(a)および(b)に示すように、電極4および5に電圧を印加していない状態では、基板1および2間に封入される誘電性媒体（誘電性媒体層3）が等方相を示し、光学的にも等方となるので、黒表示になる。

## 【0142】

一方、図8(c)および(d)に示すように、電極4および5に電圧を印加すると、上記誘電性媒体の各分子が、その長軸方向が上記電極4および5間に形成される電界に沿うように配向されるので、複屈折現象が発現する。この複屈折現象により、電極4および5

間の電圧に応じて表示素子の透過率を変調することができる。

## 【0143】

なお、相転移温度（転移点）から十分遠い温度においては表示素子の透過率を変調させるために必要な電圧は大きくなるが、転移点のすぐ直上の温度では0～100V前後の電圧で、十分に透過率を変調させることができる。

## 【0144】

例えば、非特許文献9および非特許文献12によれば、電界方向の屈折率と、電界方向に垂直な方向の屈折率とを、それぞれ $n_{//}$ 、 $n_{\perp}$ とすると、複屈折変化（ $\Delta n = n_{//} - n_{\perp}$ ）と、外部電界、すなわち電界E（V/m）との関係は、下記関係式(3)

$$\Delta n = \lambda \cdot B_k \cdot E^2 \quad \dots (3)$$

で表される。なお、 $\lambda$ は真空中での入射光の波長(m)、 $B_k$ はカ一定数(m/V<sup>2</sup>)、Eは印加電界強度(V/m)である。

## 【0145】

カ一定数Bは、温度(T)の上昇とともに $1/(T - T_{ni})$ に比例する関数で減少することが知られており、転移点( $T_{ni}$ )近傍では弱い電界強度で駆動できていたとしても、温度(T)が上昇するとともに急激に必要な電界強度が増大する。このため、転移点から十分遠い温度（転移点よりも十分に高い温度）では透過率を変調させるために必要な電圧が大きくなるが、相転移直上の温度では、約100V以下の電圧で、透過率を十分に変調させることができる。

## 【0146】

これまで、カー効果を示す物質は、数マイクロ秒～数ミリ秒の応答特性を示すので、表示装置による表示を入力電圧に対して高速に応答させるために用いられることが期待されていながら、カー効果を利用した表示素子は、駆動電圧が高く、液晶相一等方相相転移温度が高いといった問題が挙げられていた。

## 【0147】

そこで、上述したように特許文献1に記載された表示装置は、エチルアルコール等の有極性分子を液晶材料に加えることにより液晶相一等方相相転移温度を低下させることができ、課題であった液晶相一等方相相転移温度が高いという問題を解消できたというものであった。しかしながら、特許文献1に記載された表示装置における方法では、液晶相一等方相相転移温度を低下させることは可能となったが、液晶相一等方相相転移温度を低下させると同時にカ一定数の低下を招き、これによって駆動電圧の上昇を引き起こすことが、本願発明者等が検討した結果判った。

## 【0148】

そこで、上述したように本発明に係る表示素子は、上記誘電性媒体に、無極性な分子を含むものである。無極性な分子は、誘電性媒体における分子集合体において双極子相互作用等の影響を比較的受けにくいため、配向変化が起こり易い。そのため、光学変調に必要な電圧の上昇を抑えることができる。

## 【0149】

本実施の形態においては、上述したように、上記電極4および5が一方の基板1における他方の基板2との対向面上に互いに対向配置されている。カー効果は、上述したように、物質の屈折率変化 $\Delta n$ が電界Eの二乗に比例し、通常、電界Eの印加方向と発生する複屈折異方性の方向とは平行の関係になる。したがって、この複屈折率変化 $\Delta n$ を光信号として取り出すためには、例えば、電界Eの印加方向と光の進行方向とが直交するような光学配置にする必要がある。通常の表示装置では、光は基板面に対して垂直の方向に通過するため、この時の電界Eの印加方向は、基板面に平行な方向にする必要がある。

## 【0150】

したがって図1および図2に示すように、一对の基板のうち少なくとも一方の基板の内側面に、電界印加手段である電極4および5を形成することで、電界印加で発生する複屈折異方性を、光信号の変化として容易に取り出すことができる。

## 【0151】

以下に、本発明を実施例および比較例に基づいて詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【実施例】

以下の説明は、本実施の形態に係る、誘電性媒体に無極性分子を含む表示素子について記載する。また【比較例】として、誘電性媒体に有極性分子を含む表示素子について記載する。

【0152】

図1に示す構成の表示素子として、電極4および5としてITOを使用した。具体的には、電極4および5は、線幅5μm、電極間距離5μm、電極の厚み0.6μmとし、上述したように基板表面上に、90度±10度未満の角度をなす楔型を有する電極とした。基板にはガラス基板を用いた。また誘電性媒体として、上記に示した構造式(5)～(7)を等量ずつ混合した混合物を使用し、さらにこの混合物にn-ドデカンを2%添加したもの用いた。

【0153】

誘電性媒体層3の層厚（すなわち基板1と2との間の距離）は10μmとした。さらに、両方の上記ガラス基板の外側には偏光板を配置し、両方の上記ガラス基板の内側にはポリイミドからなる配向膜を形成した。配向膜にはあらかじめ水平ラビング処理を施した。

【0154】

外部加温装置（加熱手段）により上記混合物（誘電性媒体）をネマティック等方相の相転移直上近傍の温度に保ち、電圧印加を行った。

【0155】

【比較例】

次に比較例として、誘電性媒体に有極性分子を含む表示素子を用いた。すなわち、比較例として、図1に示す構成の表示素子のうち、誘電性媒体として、上記構造式(5)～(7)の等量混合物に有極性分子としてエチルアルコールを1%添加したもの用いた。それ以外の構成については、上記実施例と同一の構成を備えたものを用いた。

【0156】

上記実施例と同様、外部加温装置（加熱手段）により上記混合物（誘電性媒体）をネマティック等方相の相転移直上近傍の温度に保ち、電圧印加を行った。

【0157】

これら2種類の表示素子について、液晶相—等方相相転移温度および最大透過率を測定した。結果を下記の表に示す。

【0158】

【表1】

	実施例	比較例
等方相—液晶相相転移温度	62°C	60°C
最大透過率	48V	51V

【0159】

すなわち、上記実施例における表示装置は、等方相—液晶相相転移温度が62°Cであった。等方相—液晶相相転移温度近傍の温度に保ち、電圧印加を行うと、最大透過率が48Vで得られた。また、上記比較例における表示装置は、等方相—液晶相相転移温度が60°Cであった。等方相—液晶相相転移温度近傍の温度に保ち、電圧印加を行うと最大透過率は51Vで得られた。

【0160】

上記の結果から、本発明に係る表示素子に用いられる誘電性媒体は、比較例より最大透過率が得られる印加電圧が小さいことが分かる。すなわち、無極性分子を誘電性媒体に含むことによって、カーボンの低下を引き起こさない、かつ、液晶相—等方相相転移が高くない誘電性媒体が実現できる。

【0161】

本発明において誘電性媒体に添加した分子は無極性であるため、比較例とは異なり混合物質内でのパッキングにおいて、双極子相互作用等の影響を比較的受けにくいためあまり束縛されない。よって、分子の配向変化がより起こり易くなり、駆動電圧が下がったと考えられる。

【0162】

以上により、無極性分子を誘電性媒に添加することにより光学変調に必要な電圧の上昇を比較例とは異なり抑えることが出来ると考えられる。

【0163】

したがって、本発明に係る表示素子は、高速応答特性を示すカーポロ効果を利用した場合であっても、光学変調を行う温度をその駆動電圧の上昇を抑えながら低下させることが可能であることがわかった。

【産業上の利用可能性】

【0164】

すなわち、本発明に係る表示装置は、一対の基板間に挟持される誘電性媒体に無極性分子を含むことにより、カーポロ効果を利用した表示装置であっても、カーポロ効果の低下を引き起こさない、かつ液晶相-等方相相転移が高くなない誘電性媒体からなる表示素子を提供することができる。

【0165】

したがって、広視野角特性および高速応答特性に優れた表示素子であり、例えば、テレビやモニター等の画像表示装置や、ワープロやパーソナルコンピュータ等のOA機器、あ

装置に、広く適用することができる。また、本発明の表示素子は、上記したように、広視野角特性および高速応答特性を有し、また、コントラストの低下を防止することができるるので、大画面表示や動画表示にも適している

【図面の簡単な説明】

【0166】

【図1】本発明の一実施形態である表示素子における電極の構成を示し、(a)は、電圧無印加状態における本発明の実施の一形態に係る表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図であり、(b)は、電圧印加状態における上記表示素子の要部の概略構成を模式的に示す断面図である。

【図2】本発明の一実施形態における図1の表示素子における電極の構成を示し、さらに、上記表示素子における偏光板吸収軸と電界(配向)方向とラビング方向との関係を説明する図である。

【図3】液晶マイクロエマルションの逆ミセル相混合系の一例を示す模式図である。

【図4】液晶マイクロエマルションの逆ミセル相混合系の他の例を示す模式図である。

【図5】リオトロピック液晶相の分類図である。

【図6】本発明の一実施形態である表示素子における印加電圧と透過率との関係を示すグラフである。

【図7】本発明の実施形態を示すものであり、電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子と従来の液晶表示素子との表示原理の違いを、電圧無印加時および電圧印加時における媒質の平均的な屈折率橢円体の形状およびその主軸方向にて模式的に示す断面図であり、(a)は電界の印加による光学的異方性の変化を利用して表示を行う表示素子の電圧無印加時の断面図であり、(b)は(a)に示す表示素子の電圧印加時の断面図であり、(c)はTN方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図であり、(d)は(c)に示す液晶表示素子の電圧印加時の断面図であり、(e)はVA方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図であり、(f)は(e)に示す液晶表示素子の電圧印加時の断面図であり、(g)はIPS方式の液晶表示素子の電圧無印加時の断面図であり、(h)は(g)に示す液晶表示素子の電圧印加時の断面図である。

【図8】(a)および(b)は、電圧無印加状態における本発明の実施の一形態に係る表

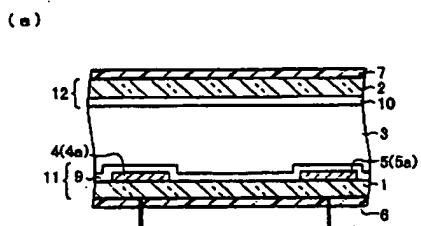
示素子の要部の概略構成を模式的に示す図であり、(c)および(d)は、電圧印加状態における本発明の実施の一形態に係る表示素子の要部の概略構成を模式的に示す図であり、(a)および(c)は断面図であり、(b)および(d)は平面図である。

## 【符号の説明】

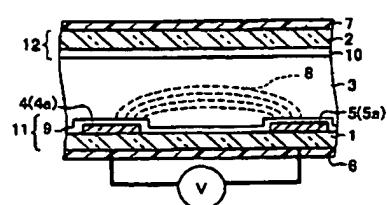
【0167】

1	基板
2	基板
3	誘電性媒体層
3 a	屈折率稍円体
4	電極（電界印加手段）
4 a	櫛歯部分（楔型）
5	電極（電界印加手段）
5 a	櫛歯部分（楔型）
6	偏光板
6 a	吸収軸
7	偏光板
7 a	吸収軸
8	電界
9	配向膜
10	配向膜
11	画素基板
12	対向基板

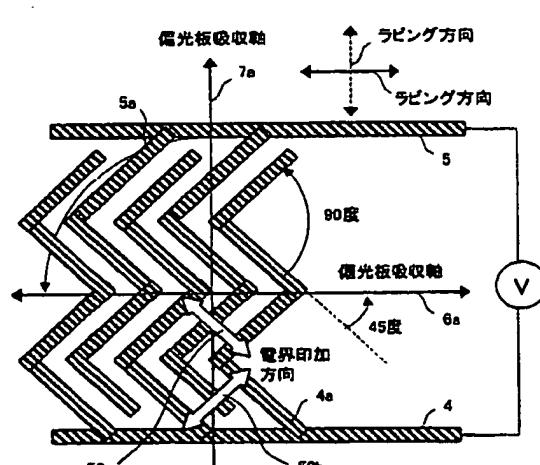
【図1】



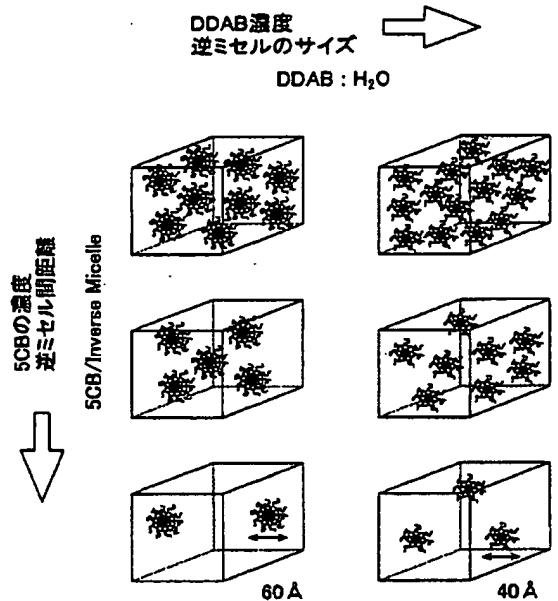
【図1】



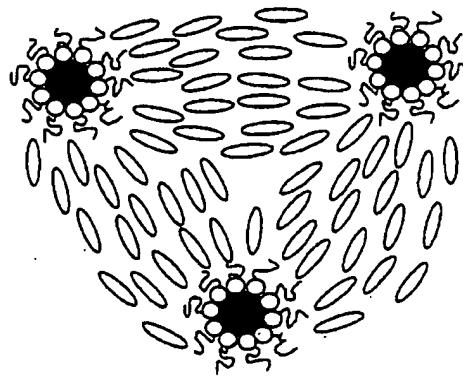
【図2】



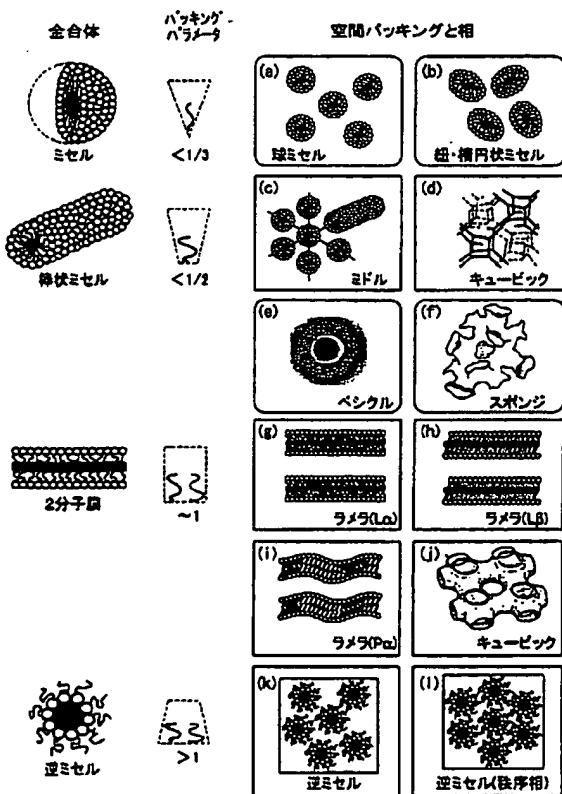
【図3】



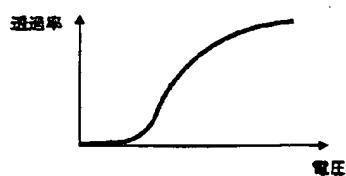
【図4】



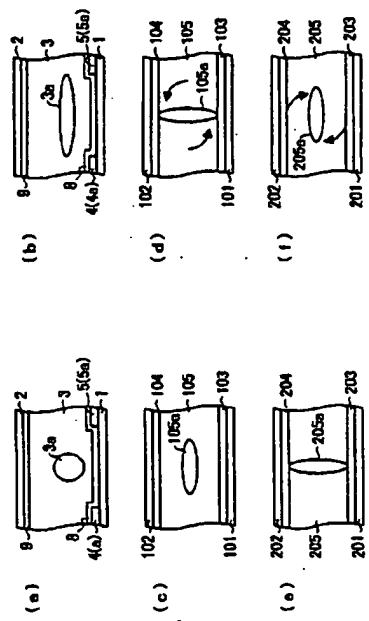
【図5】



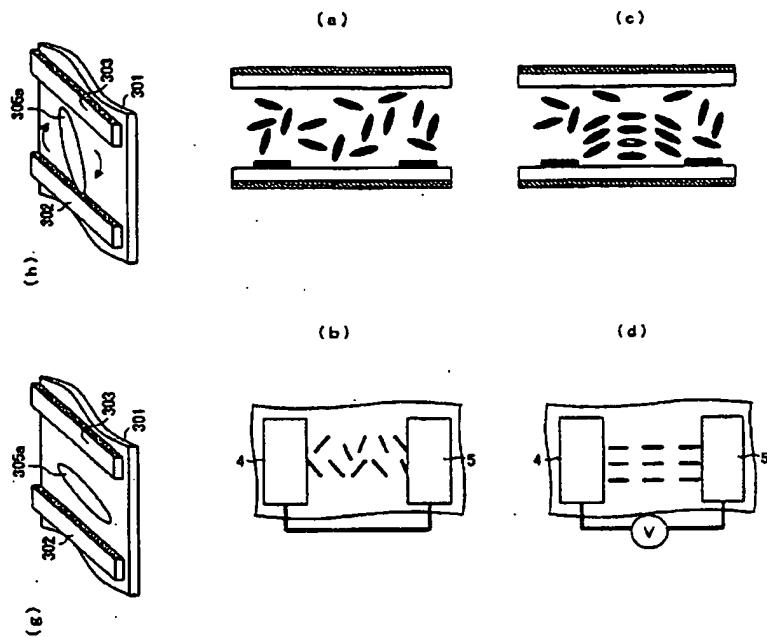
【図6】



【図7】



【図8】



F ターム(参考) 2H088 GA10 GA15 HA02 HA03 MA07 MA20  
2H089 HA04 JA04 KA06 QA16 TA02 TA04  
2H090 HB08Y HC06 LA01 LA09 MA01 MA02 MA07 MB01 MB12  
2H091 FA08 FA11 FB02 FD08 FD09 FD10 FD15 GA02 GA06 KA10  
LA17 LA19  
2H092 GA14 HA04 NA01 PA02 PA10 PA11